



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau,
distrito de Bajo Biavo, provincia de Bellavista – San Martín**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. Jaime Arturo Rivero Bartra

ASESOR:

Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip

Tarapoto - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau,
distrito de Bajo Biavo, provincia de Bellavista – San Martín**

AUTOR:

Bach. Jaime Arturo Rivero Bartra

Sustentado y aprobado el día 06 de julio del 2018, ante el honorable jurado:

.....
Ing. Mg. Ramiro Vásquez Vásquez
PRESIDENTE

Autorizado: R.Nº 014-2019-UNSM/FICA-D-NLU

.....
Ing. Carlos Enrique Chung Rojas
SECRETARIO

.....
Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar
MIEMBRO

.....
Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Ciudad Universitaria-Distrito de Morales-Teléfono: 521402-Anexo 122
e.mail: fica@unsm.edu.pe
NUEVA LEY UNIVERSITARIA N°30220



Resolución N° 014-2019-UNSM/FICA-D-NLU

Morales, 30 de enero del 2019

Visto los Expedientes N°3810 y 7652-2018-UNSM/FICA, presentados por el Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, donde comunica la sanción de los docentes Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro y el Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, a la Oficina General de Administración de la UNSM-T.

CONSIDERANDO:

Que, la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, es una Institución Educativa Superior Descentralizada, autónoma, con personería de derecho público, orientado a la investigación y a la docencia, que brinda una formación humanista, científico y tecnológico con una clara conciencia de nuestro país como realidad multicultural. Adopta el concepto de educación con derecho fundamental y servicio público esencial. Está integrado por docentes y graduados.

Que, mediante Resolución N°1116-2018-UNSM-T/CU-R/NLU, de fecha 31 de diciembre del 2018, se designa al Ing. M.Sc. Ramiro Vásquez Vásquez como Decano (e) de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto quien iniciará sus funciones a partir del 01 de enero de 2019 hasta el 31 de diciembre de 2019;

Que, las Facultades gozan de autonomía académica, económica y administrativa para el desarrollo de sus actividades;

Que, con OFICIO N°315-2018-UNSM-FICA-D-NLU, de fecha 18 de abril de 2018, la FICA informa a la Dirección General de Administración que el Ing. M.Sc. Rubén Del Águila Panduro, ha sido sancionado por la Contraloría General de la República y con inhabilitación, para el ejercicio en la función pública.

Que, con OFICIO N°458-2018-UNSM-FICA-D-NLU, de fecha 31 de julio de 2018, la FICA informa a la Dirección General de Administración, con respecto a la inhabilitación del Ing. M.Sc. Víctor Eduardo Samamé Zatta, que la Unidad de Recursos Humanos, deberá ejecutar la inhabilitación del mencionado docente.

Que, con Resolución N°825-2018-UNSM/CU-R/NLU, de fecha 25 de setiembre de 2018, cesan en sus funciones al Docente Ing. Wilton Celis Angulo, Adscrito al Departamento Académico de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, como docente Universitario de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto a partir del 30 de setiembre del 2018 y de conformidad de los considerandos antes mencionados.

Que, con Resolución N°090-2018-UNSM-FICA-CFT/NLU, de fecha 31 de diciembre de 2018, se aprueba el goce de licencia de Año Sabático con fines de investigación o de preparación de publicaciones de carácter científico, para el Ing. M.Sc. Víctor Hugo Sánchez Mercado, a partir del 01 de enero de 2019 hasta el 31 de diciembre de 2019.

Que, en uso de las atribuciones conferidas por la Resolución N°1116-2018-UNSM-T/CU-R/NLU, la Nueva Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar al Ing. Mg. RAMIRO VÁSQUEZ VÁSQUEZ, firmar los documentos como: Informes de Ingeniería y Tesis que estén vinculados con los Ing. M.Sc. RUBÉN DEL ÁGUILA PANDURO, Ing. M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, Ing. M.Sc. WILTON CELIS ANGULO, Arq. Mg. PABLO CIRO SIERRALTA TINEO y el Ing. M.Sc. VÍCTOR HUGO SÁNCHEZ MERCADO, a partir del 04 de febrero de 2019 hasta el 31 de diciembre de 2019.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



Ing. Mg. RAMIRO VÁSQUEZ VÁSQUEZ
Decano (e)



Ing. IVÁN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO
Secretario Académico

Declaratoria de Autenticidad

Jaime Arturo Rivero Bartra identificado con el DNI N° 70548865, egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau, distrito de Bajo Biavo, provincia de Bellavista – San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 06 de julio del 2018



Bach. Jaime Arturo Rivero Bartra

DNI N° 70548865

DECLARACIÓN JURADA

Jaime Arturo Rivero Bartra identificado con el DNI N° 70548865 con domicilio legal Jr. Perú N° 1170 - Tarapoto, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por la cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 06 de julio del 2018



Firma



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: RIVERO BAETRA JAINE ARTURO	
Código de alumno : 093163	Teléfono:
Correo electrónico : riverojaine92@gmail.com	DNI: 70548805

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de: INGENIERÍA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: ESTUDIO DEFINITIVO DEL CAMINO VECINAL NUEVO CONTROL - ALMIRANTE GRAU, DISTRITO DE BATO BIAVO, PROVINCIA DE BELLA VISTA - SAN MARTÍN.
Año de publicación: 2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

26 / 02 / 2019




.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

*** Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi familia; a mi madre y a mi padre por su constante apoyo y ejemplo de superación, a mis abuelos por sus consejos de vida, a mi hermana por su absoluto apoyo moral en todos los años que pase en esta casa superior de estudios.

Jaime Arturo

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por su constante apoyo y por su confianza depositada en mí para concluir mis estudios.

A los docentes Universitarios que impartieron sus conocimientos para poder aprender de la carrera y desempeñarme adecuadamente en el ámbito profesional.

A mis amigos y compañeros quienes fueron partícipes de esta vida universitaria y en su compañía haber experimentado alegrías y tristezas; y a todas aquellas personas que durante estos años estuvieron a mi lado apoyándome para que este objetivo se cumpla.

Gracias a todos.

Jaime Arturo

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Teorías relacionas al tema.....	5
1.2.1 Estudio del trazo definitivo.....	6
1.2.1.1 Reconocimiento de la zona de estudio.....	6
1.2.1.2 Recomendación para trazos preliminares.....	6
1.2.1.3 Ubicación de puntos inicial, final y puntos obligado de paso.....	7
1.2.1.4 Selección de la mejor ruta.....	7
1.2.1.5 Levantamiento topográfico.....	8
1.2.1.6 Topografía.....	9
1.2.1.7 Selección del tipo de vía.....	9
1.2.1.7.1 Según su jurisdicción.....	9
1.2.1.7.1.1 Sistema nacional.....	9
1.2.1.7.1.2 Sistema departamental.....	10
1.2.1.7.1.3 Sistema vecinal.....	10
1.2.1.7.2 Clasificación funcional de la red vial.....	10
1.2.1.7.2.1 Carreteras longitudinales.....	10
1.2.1.7.2.2 Carreteras transversales.....	10
1.2.1.7.2.3 Carreteras colectoras.....	10
1.2.1.7.2.4 Carreteras locales.....	10
1.2.1.7.3 Clasificación por importancia de la vía.....	10
1.2.1.7.3.1 Carreteras duales.....	11
1.2.1.7.3.2 Carreteras 1era clase.....	11
1.2.1.7.3.3 Carreteras 2da clase.....	11
1.2.2.1.7.4 Carreteras 3era clase.....	11
1.2.1.7.3.5 Trochas carrozables.....	11

1.2.1.7.4	Clasificación según las condiciones orográficas.....	11
1.2.1.7.4.1	Carretera tipo 1.....	11
1.2.1.7.4.2	Carretera tipo 2.....	11
1.2.1.7.4.3	Carretera tipo 3.....	11
1.2.1.7.4.4	Carretera tipo 4.....	12
1.2.1.7.5	Diseño geométrico.....	12
1.2.1.8	Trazado del eje longitudinal.....	23
1.2.1.9	Nivelación del eje longitudinal.....	23
1.2.1.10	Seccionamiento transversal.....	24
1.2.2	Estudio de Suelos y Canteras.....	26
1.2.2.1	Generalidades.....	26
1.2.2.2	Geología.....	26
1.2.2.3	Ensayos generales.....	28
1.2.2.4	Ensayos generales para clasificar los suelos.....	28
1.2.2.5	Ensayos de control o inspección.....	34
1.2.2.6	Ensayos de resistencia.....	38
1.2.2.7	Ubicación y estudio de canteras.....	41
1.2.3	Hidrología y drenaje.....	43
1.3	Formulación del problema.....	47
1.4	Justificación del estudio.....	47
1.5	Hipótesis.....	47
1.6	Objetivos.....	47
CAPÍTULO II	MATERIALES Y MÉTODOS.....	48
2.1	Materiales.....	48
2.2	Diseño de investigación.....	49
2.3	Variable, operacionalización.....	50
2.4	Población y muestra.....	51
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
2.6	Método de análisis de datos.....	51
2.7	Aspectos éticos.....	51
CAPÍTULO III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
3.1	Resultados.....	52
3.1.1	Cálculo del índice medio.....	52
3.1.2	Estudio de suelos.....	55

3.1.3	Diseño de pavimento.....	56
3.1.4	Ubicación de canteras.....	59
3.1.5	Hidrología.....	60
3.2	Discusión de resultados.....	60
3.3	Contrastación de hipótesis.....	61
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
4.1	Conclusiones.....	62
4.2	Recomendaciones.....	62
	REFERENCIASBIBLIOGRÁFICAS.....	64
	ANEXOS.....	66
	ANEXO 1.....	67
01.01	Memoria descriptiva.....	68
01.02	Especificaciones técnicas.....	80
01.03	Estudio de suelos.....	130
01.04	Metrados.....	217
01.05	Memorias de cálculo.....	238
01.06	Presupuesto.....	261
01.07	Cronogramas.....	282
01.08	Panel fotográfico.....	284
	ANEXO 2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	296
	ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	298
	ANEXO 4: PLANOS.....	301

Índice de tablas

Tabla 1: Tipo de topografía en función a la inclinación del terreno respecto a la horizontal.....	9
Tabla 2: Fricción transversal máximo en curvas.....	13
Tabla 3: Proporción del peralte a desarrollar en tangente.....	14
Tabla 4: Radios mínimos y peralte máximo.....	15
Tabla 5: Pendientes máximas normales.....	16
Tabla 6: Elementos de curvas simples.....	18
Tabla 7: Taludes de corte.....	25
Tabla 8: Taludes de relleno.....	26
Tabla 9: Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito.....	31
Tabla 10: Valores correspondientes a las muestras patrón (Macadam).....	39
Tabla 11: Clasificación típica del CBR.....	39
Tabla 12: Carga abrasiva, máquina de los ángeles.....	40
Tabla 13: Cantidad de las muestras en gramos.....	41
Tabla 14: Porcentajes de desgaste para evaluar los resultados del ensayo de desgaste o abrasión.....	41
Tabla 15: Periodo de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito.....	43
Tabla 16: Proyección de tráfico generado (Veh./dia).....	52
Tabla 17: Demanda proyectada.....	53
Tabla 18: Factor de composición de tráfico.....	54
Tabla 19: Tabla resumen.....	54
Tabla 20: Tabla de límites de consistencia.....	55

Índice de figuras

Figura 1: Mapa político del Perú.....	3
Figura 2: Mapa del departamento de San Martín.....	3
Figura 3: Ubicación del proyecto en la provincia de Bellavista.....	3
Figura 4: Ubicación del proyecto.....	3
Figura 5: Elementos de curva simple.....	18
Figura 6: Curva cóncava simétrica.....	20
Figura 7: Curva convexa simétrica.....	20
Figura 8: Superficie de rodadura.....	25

Índice de planos

Plano de ubicación.....	U-01
Plano clave.....	PC-01
Plano de ubicación de cantera.....	UC-01
Plano de diseño geométrico.....	DG-01
Plano de planta y perfil longitudinal.....	PPL1-PPL07
Plano de secciones transversales.....	ST01-ST02
Plano de detalles de alcantarilla.....	OA-01
Plano de detalles de badenes.....	OA-02
Plano de detalles de cunetas.....	OA-03
Plano de señalización.....	PS-01 – PS-04
Plano de señales ambientales.....	PSA-01

Resumen

Este trabajo se realizó con fines de participar en la solución de la problemática vial existente en el sector rural de la provincia de Bellavista, ya que la situación actual de los caminos vecinales tiene problemas de transitabilidad, generando que los costos del transporte de los productos del campo a la ciudad sean altos y que la economía de los agricultores se vea afectada y por ende la calidad de vida de los mismos. De manera que se ha participado en la formulación del proyecto en mención para lograr un camino vecinal afirmado.

Para desarrollar este trabajo se ha tenido que aplicar todos los conceptos básicos requeridos en el Área de Transportes, para poder trabajar una carretera. Ello implica darle una solución técnica al problema, efectuándose todas aquellas actividades necesarias de las cuales se pueden mencionar: visitas preliminares, levantamiento topográfico, cálculo topográfico, estudio de suelos y pavimentos, diseño geométrico del camino, movimiento de tierras y sus volúmenes, drenajes transversales y longitudinales, diseño de pavimento a nivel de afirmado, formulación de su presupuesto, programación de la Obra y elaboración de planos.

Como logros podemos indicar que se ha obtenido la información para el expediente técnico del proyecto, el mismo que nos permitirá contar con el documento clave para buscar el financiamiento de la Obra. Es más, como conocedores del mal estado en el que se encuentra actualmente el Camino Nuevo Control y Almirante Grau, y conscientes de nuestra responsabilidad como parte integrante de la Universidad Nacional de San Martín, estamos contribuyendo a solucionar esta problemática, planteando el mejoramiento de la mencionada vía de comunicación, con lo cual se estará beneficiando a las comunidades usuarias de dicha vía, remarcando que este proyecto es de vital importancia por ser una zona netamente agrícola. De esta manera se contribuye al desarrollo económico y social de los caseríos vecinos, pues se incrementa el nivel de vida de su población, contribuyendo así al desarrollo de nuestra Patria, además de conseguir que nuestros conocimientos sean puestos en práctica y desarrollar nuestro sentido profesional de la carrera.

Palabras clave: Transitabilidad, afirmado, carretera, trocha, mejoramiento.

Abstract

This work was carried out with the purpose of participating in the solution of the existing road problem in the rural sector of the province of Bellavista, since the current situation of the local roads has problems of transitability, generating that the transportation costs of the products of the field to the city are high and that the economy of the farmers is affected and therefore the quality of life of the same. So that has participated in the formulation of the project in mention to achieve an affirmed neighborhood road.

To develop this work it has been necessary to apply all the basic concepts required in the Transportation Area, in order to be able to work on a road. This implies giving a technical solution to the problem, carrying out all those necessary activities of which we can mention: preliminary visits, topographic survey, topographic calculation, study of floors and pavements, geometric design of the road, movement of land and its volumes, transversal drainages and longitudinal, pavement design at the level of affirmed, formulation of your budget, programming of the Work and preparation of plans.

As achievements, we can indicate that the information has been obtained for the technical file of the project, which will allow us to have the key document to find the financing of the Work. Moreover, as we are aware of the poor state of the Camino Nuevo Control and Admiral Grau, and aware of our responsibility as an integral part of the National University of San Martín, we are contributing to solve this problem, proposing the improvement of the mentioned communication channel, which will benefit the communities using this route, noting that this project is of vital importance because it is a purely agricultural area. In this way, it contributes to the economic and social development of the neighboring villages, as it increases the standard of living of its population, thus contributing to the development of our Homeland, as well as ensuring that our knowledge is put into practice and developing our professional sense of the race.

Key words: Transitability, affirmed, road, trail, improvement.



INTRODUCCIÓN

Generalidades

Parte de la situación económica de los pobladores de las localidades de Nuevo Control y Almirante Grau, se debe a que la trocha que une estas localidades se encuentra intransitable por lo esto agrava aún más su situación ya que les impide su traslado oportuno de sus alimentos y encarece el tránsito de los pobladores.

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto teniendo como fin ser un aporte q contribuya a la sociedad, puesto que en nuestro departamento carecemos de un ordenamiento vial adecuado, por lo cual es de suma importancia investigar y proponer soluciones económicas y así apoyar el desarrollo de las localidades de nuestro entorno.

El aporte consiste en formular una propuesta técnica para apoyar al desarrollo de estas localidades, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

Exploración preliminar orientando la investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y las carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercaderías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

En el departamento de San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en las carreteras de carácter nacional, así como las carreteras del sistema departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados

por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

En nuestra región se puede apreciar que aún existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado **“Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau, distrito de Bajo Biavo. provincia de Bellavista-San Martín”**

Ubicación del proyecto

El tramo en materia del presente estudio tiene una longitud total de 7.15 Km. y se desarrolla en la provincia de Bellavista, en el distrito de Bajo Biavo, empezando en la localidad de Nuevo Control terminando en la localidad de Almirante Grau.

Aspecto Político

Localidades: Nuevo Control, Almirante Grau
 Distrito: Bajo Biavo
 Provincia: Bellavista
 Región: San Martín

Aspecto Cartográfico

Punto Inicial	:	Nuevo Control (Plaza de Armas)
Altitud	:	297.00 m.s.n.m.
Coordenadas UTM Norte	:	9214485.00
Coordenadas UTM Este	:	0353624.00
	:	Almirante Grau (Plaza de Armas)
Altitud	:	320.00 m.s.n.m.
Coordenadas UTM Norte	:	9212496.00
Coordenadas UTM Este	:	0358290.00



Figura 1: Mapa político del Perú.

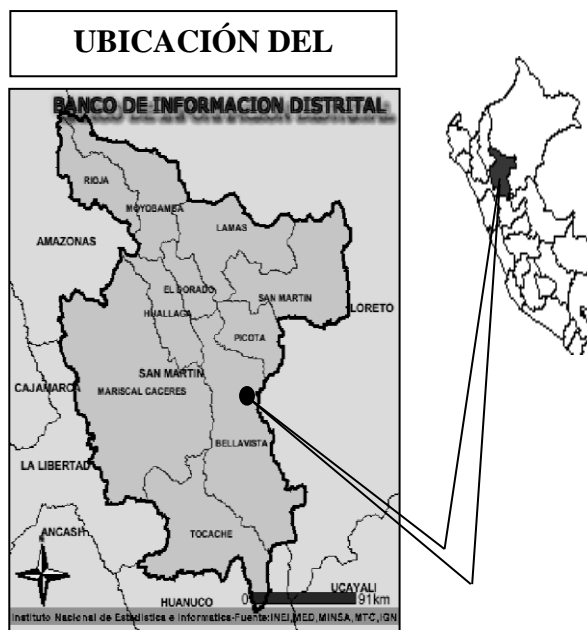


Figura 2: Mapa del departamento de San Martín.

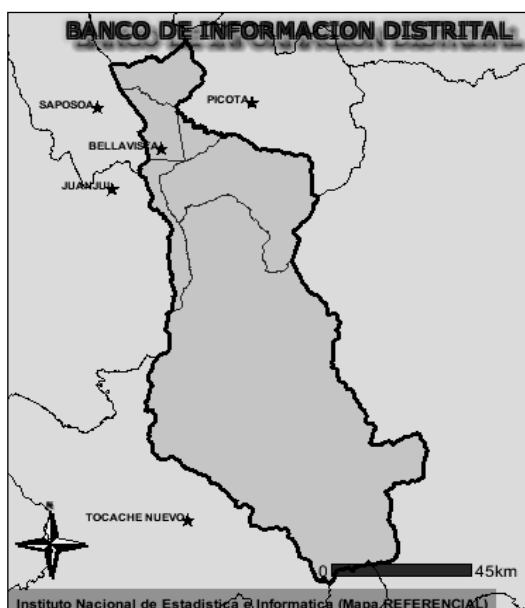


Figura 3: Ubicación del proyecto en la provincia de Bellavista.



Figura 4: Ubicación del proyecto.

Aspectos generales de la zona del proyecto

Situación actual

El sector comprendido entre las Localidades de Nuevo Control – Almirante Grau cuenta con caminos de herradura de 7.15 Km.

Dichos caminos pasan por laderas deleznales y atraviesa riachuelos en varios puntos, siendo éstos un riesgo para el transporte de los productos, pero sobre todo para la integridad física de las personas quienes lo transitan diariamente.

Acceso a la zona del proyecto

El acceso a la zona de estudio o zona de proyecto se realiza de la siguiente manera: Partiendo desde la ciudad de Picota por el Camino Vecinal SM-108 aproximadamente a 26.5 km de distancia, nos encontramos con el punto de inicio del tramo (km 0+000), una vez allí avanzando hasta llegar a la localidad de Almirante Grau, que es el punto final del tramo en estudio (Km. 07+150).

Saliendo de la ciudad de Bellavista se recorre la carretera hacia la ciudad de Nuevo Lima, luego de la ciudad de Nuevo Lima se traslada a zona oeste, y así llegar a las localidades de Nuevo Control, Almirante Grau.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- Antecedentes

Cárdenas Grisales, James (2002), publica su libro denominado: “Diseño Geométrico de Carreteras”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da recomendaciones sobre el reconocimiento preliminar de la zona en estudio y detalla los cálculos de para el diseño geométrico de los elementos que conforman una carretera.

Morales Sosa, Hugo Andrés (2006), publica su libro denominado: “Ingeniería Vial I”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles del trazado y la topografía en carretas.

Céspedes Abanto, José (2000), publica su libro denominado: “Carreteras, Diseño Moderno”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles de los estudios definitivos en carretas.

Ibáñez Walter (2012), publica su libro denominado: “Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues detalla en cuanto a especificadores técnicas, rendimientos, para presupuestos de obras viales.

Morales U, Walter (1992), publica su libro denominado: “Infraestructura de riego”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues especifica los criterios de diseño de obras de arte tales como cunetas y obras de cruce (Alcantarillas).

Cantera Jave, Alvaro Fernando; Chávarry Ruiz, Luis Raúl; Cubas Pérez, Rolando Miguel (2001), en su tesis: Estudio del Mejoramiento de la Carretera Jesús - Lacas, Tramo: Jesús – Hualqui (Cajamarca), nos da una idea acerca de la importancia del drenaje y de los criterios de pavimento en el diseño de carreteras.

1.2.- Teorías relacionadas al tema

Para poder comprender a cabalidad los alcances de la tesis, nos permitimos realizar una revisión de literatura:

1.2.1.- Estudio del trazo definitivo.

1.2.1.1.- Reconocimiento de la zona en estudio:

Cárdenas Grisales, James (2002), “los reconocimientos pueden ser terrestres y aéreos, su finalidad es la identificar aquellas características que hacen una ruta mejor a las otras, cuantificar los costos posibles de construcción, determinar los efectos que tendrá la vía en el desarrollo económico y los efectos destructivos que puedan producirse en el paisaje natural”.

Esta tiene dos puntos fijos que son el Punto Inicial y el Punto Final y además también se tienen los puntos de control obligatorios por los que tiene que pasar la carretera.

Asimismo, **Civilgeeks.com** indica que “para la construcción de una carretera es necesario pasar por las siguientes etapas:

a) Planificación b) Anteproyecto c) Proyecto d) Construcción.

Existen partes de estas etapas que se logran con el auxilio de la Topografía, las cuales son:

a) Estudio de las rutas b) Estudio del trazado c) Anteproyecto d) Proyecto”.

Para la elaboración de un proyecto vial, la primera etapa consiste en el estudio de rutas.

Según **Civilgeeks.com**, “El estudio de las rutas es el proceso preliminar de acopio de datos y reconocimiento de campo, hecho con la finalidad de seleccionar la faja de estudio que reúna las condiciones óptimas para el desenvolvimiento del trazado. En esta etapa se obtiene información, se elaboran croquis, se efectúan los reconocimientos preliminares y se evalúan las rutas”.

Asimismo, según **Céspedes Abanto (2000)**, “se entiende por ruta a la faja de terreno, de ancho variable, que se extiende entre los puntos terminales e intermedios por donde la carretera debe obligatoriamente pasar, y dentro de la cual podrá localizarse el trazado de la vía”.

Asimismo, **Civilgeeks.com** agrega que “el Estudio del trazado consiste en reconocer minuciosamente en el campo cada una de las rutas seleccionadas. Así se obtiene información adicional sobre los tributos que ofrecen cada una de estas rutas y se localizan en ellas la línea a las líneas correspondientes a posibles trazados en la carretera”.

1.2.1.2.- Recomendaciones para los trazados preliminares

Según **Morales Sosa, Hugo (2006)**, “se tiene:

A. Terrenos planos: La mejor solución sería que una los dos puntos, pero rectas de más de 10 km crean fatiga e hipnosis al conductor pudiendo causar accidentes lamentables. La longitud de los tramos rectos debe limitarse a 2 km.

B. Terrenos ondulados: Alineamientos con tangentes largas muy raras veces brindan una buena línea de pendiente. Un alineamiento con repetidas curvas, bordeando los cerros y montañas resulta más económico, aunque la longitud de la vía sea ligeramente mayor.

C. Terrenos montañosos: También para terrenos montañosos resulta más económico realizar faldeos como en los ondulados”.

1.2.1.3.- Ubicación de los puntos inicial, final y puntos obligados de paso:

Cárdenas Grisales, Jaime (2002), “la identificación de una ruta a través de estos puntos obligados o de control primario y su paso por otros puntos intermedios de menor importancia o de control secundario, hace que aparezcan varias rutas alternas. Son ejemplos de puntos de control secundario: caseríos, cruce de ríos y cañadas, cruces con otras vías, zonas estables, bosques, etc.

Para todas las rutas alternas, es necesario llevar a cabo la actividad denominada selección de ruta, la cual comprende una serie de trabajos preliminares que tienen que ver con acopio de datos, estudio de planos, reconocimientos aéreos y terrestres, poligonales de estudio, etc. El acopio de datos se refiere a la obtención de la información básica en la zona de estudio, relacionada con la topografía, la geología, la hidrología, el drenaje y los usos de la tierra”.

Conociendo la clase de controles que en el estudio de una carretera influyen, se observa que la ubicación y la importancia de éstos, harán posible alejar o acercar el trazo de estos puntos. De esta manera los controles van a restringir el trazo de la vía a una zona que permitirá que la vía sirva eficientemente a toda una región.

1.2.1.4.- Selección de la mejor ruta:

Céspedes Abanto (2000), indica que “Con todos los elementos que permitan un mejor análisis de las ventajas y desventajas de cada ruta (obtenidas del estudio del trazo), la selección de una de ellas como la más apropiada para el trazo de la carretera estará en función de que: Sea la ruta más corta, tenga las pendientes más favorable al tráfico, las zonas tengan vertientes tendidas fáciles de trabajar, recoja mayor cantidad de transporte, es decir que tenga mayor radio de influencia, tenga un mejor alineamiento, suministre mejores y mayor cantidad de materiales de construcción, tenga menor costo de construcción, etc”.

1.2.1.5.- Levantamiento topográfico.

Para el trazo de una carretera se tienen dos métodos que son:

Trazo Directo o Método de las Secciones Transversales.

Trazo Indirecto o Método Taquimétrico o Topográfico.

El Trazo Directo es el preferido para trazar carreteras, sobre todo en llanuras y regiones onduladas, en la que es fácil lograr directamente, una poligonal que se cofunda o casi coincida con el eje de la futura carretera.

En cambio, el Trazo Indirecto, es el método general, se basa en el levantamiento del plano a curvas de nivel, éste método se lo prefiere para el trazo de carreteras en terrenos accidentados.

García Márquez, Fernando, señala que “cualquiera de los dos métodos que se utilicen, se tendrá en cuenta dos etapas:

A. Trabajo de campo:

Reconocimiento del terreno. Es la etapa donde se ejecutará el levantamiento, estimar el tiempo y el personal necesario, definir los vértices del polígono de base, etc.

Ubicación de los vértices. Se efectuará la materialización de los vértices del polígono de base, por medio estacas, marcas sobre roca o pavimento, fichas, etc.

Elección del método que se efectuara en el levantamiento.

Dibujo del croquis, del polígono base orientados aproximadamente, se dibujan a mano libre y son la guía para la construcción del plano.

Medición de los lados del polígono de base. Se medirán los lados del polígono de base y de las líneas auxiliares (radiaciones, diagonales, etc), empleadas para dividir en triángulos el polígono de base.

Medición de las distancias necesarias para el levantamiento de detalles. Se medirán las distancias necesarias con relación al polígono de base.

Los datos recogidos en el levantamiento se anotarán en forma clara y ordenada en la libreta de campo para su posterior trabajo en gabinete.

B. Trabajo de gabinete

Cálculo de la Poligonal. Concluido el trabajo de campo y con los datos obtenidos en él se procederá a calcular lo siguiente:

Dibujo Cálculo de los ángulos interiores del polígono de base.

Cálculo de la superficie del polígono de base.

1.2.1.6.- Topografía

García Márquez, Fernando (1994), define a la topografía: “Como la posición y las formas circunstanciales del suelo, es decir, estudia en detalle la superficie terrestre y los procedimientos por los cuales se pueden representar, todos los accidentes que en ellas existen, sean naturales o debidos a la mano del hombre. El medio usual de expresión es el dibujo”.

La topografía del terreno se la puede clasificar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 01

Tipo de topografía en función a la inclinación del terreno respecto a la horizontal.

Tipo de terreno respecto de la horizontal	Tipo de topografía
00° a 10°	Llana
10° a 20°	Ondulada
20° a 30°	Accidentada
Más de 30°	Montañosa

Fuente: Carreteras, diseño moderno

1.2.1.7.- Selección del tipo de vía y parámetros de diseño.

1.2.1.7.1.- Según su jurisdicción:

Las carreteras se clasifican de acuerdo a su jurisdicción, en tres grandes sistemas:

1.2.1.7.1.1.- Sistema nacional:

Que corresponde a la red de carreteras de interés nacional y que une los puntos principales de la nación con sus puertos y fronteras, cuya jurisdicción está a cargo del MTC.

Este sistema que forma la red vial básica del país está formado por:

Carreteras longitudinales:

Longitudinal de la costa

Longitudinal de la Sierra.

Longitudinal de la selva.

Carreteras de penetración

Carreteras de influencia regional

Las carreteras del sistema Nacional evitarán, en general, el cruce de poblaciones y su paso por ellas deberá relacionarse con las carreteras de circunvalación o vías de Evitamiento.

“Se les identifica con un escudo y la numeración es impar, desde el 01 al 99 inclusive”.

1.2.1.7.1.2.- Sistema departamental:

Compuesto por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscrita a la zona de un departamento, división política principal de la nación, uniendo capitales de provincias o zonas de influencia económica social dentro del mismo departamento; o aquellas que, rebasando la demarcación departamental, une poblados de menor importancia. Cuya jurisdicción está a cargo de los Consejos Transitorios de Administración Regional.

“Se les identifica con una insignia y la numeración es desde 100 al 499 inclusive”.

1.2.1.7.1.3.- Sistema vecinal:

Conformado por aquellas carreteras de carácter local y que unen las aldeas pequeñas y poblaciones entre sí, cuya jurisdicción está a cargo de las Municipalidades.

“Se les identifica con un círculo y la numeración es desde el 500 hacia adelante”.

1.2.1.7.2.- Clasificación funcional de la red vial

1.2.1.7.2.1.- Carreteras longitudinales

Sistema compuesto por aquellas carreteras que unen las Capitales de Departamento a lo largo de la Nación, de Norte a Sur o viceversa (Sistema Nacional).

1.2.1.7.2.2.- Carreteras transversales

Lo constituyen las carreteras que unen las Capitales de Departamento a través del país de Este a Oeste o viceversa (Sistema Departamental).

1.2.1.7.2.3.- Carreteras colectoras.

Son aquellas que unen las Capitales de Provincia, y alimentan a las Vías Transversales y/o Longitudinales.

1.2.1.7.2.4.- Carreteras locales.

Scipion, Eddy T. (2011), la componen las vías que unen los distritos, pueblos o caseríos con las carreteras colectoras y/o con otros distritos, pueblos o caseríos (Sistema Vecinal).

1.2.1.7.3.- Clasificación por importancia de la vía

Según la importancia de la vía, es decir el tránsito que soportarán, las carreteras serán proyectadas con características geométricas adecuadas, según la siguiente normalización:

1.2.1.7.3.1.- Carreteras duales:

Para un Índice Medio Diario (IMD) mayor de 4000 veh/día. Consiste en carreteras de calzadas separadas, para dos o más carriles de tránsito cada una.

1.2.1.7.3.2.- Carreteras 1ra clase:

Para IMD comprendido entre 2000 y 4000 veh/d.

1.2.1.7.3.3.- Carreteras 2da clase:

Para IMD comprendido entre 400 y 2000 veh/d.

1.2.1.7.3.4.- Carreteras 3ra clase:

Para IMD menor a 400 veh/d.

1.2.1.7.3.5.- Trochas carrozables:

IMD no específico, constituyen una clasificación aparte. Pudiéndose definir como aquellos caminos a los que les faltan requisitos para poder ser clasificadas en 3ª Clase: generalmente se presentan durante períodos correspondientes a la construcción por etapas.

1.2.1.7.4.- Clasificación según sus condiciones orográficas

Scipion, Eddy T. (2011); se tiene:

1.2.1.7.4.1.- Carretera tipo 1

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros, La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía. Es menor o igual a 10%.

1.2.1.7.4.2.- Carretera tipo 2

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampas por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

1.2.1.7.4.3.- Carretera tipo 3

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancia considerable o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

1.2.1.7.4.4.- Carretera tipo 4

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 10%.

1.2.1.7.5.- Diseño geométrico

Velocidad de diseño (V)

Llamada también velocidad directriz, es la velocidad máxima en que un conductor puede transitar con seguridad bajo las condiciones de diseño establecidas.

Morales Sosa, Hugo (2006), “La elección de la velocidad directriz se establece considerando varios factores, entre los cuales:

Tipo de carretera a construir

Topografía de la zona.

Trafico esperado.

Factores de tipo económico.”

Variación de la Velocidad Directriz. El MTC, indica: “Los cambios repentinos de la Velocidad Directriz a lo largo de una carretera deberán ser evitados, deben existir razones que justifiquen la necesidad de realizar cambios, los cuales se incrementarán o disminuirán en 15 Km./h”.

a. Distancia de visibilidad: El MTC a través del **Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Transito**, da una definición: “Es la longitud continua hacia delante del camino que es visible al conductor, para tomar decisiones oportunas. Para efectos de diseño se consideran dos tipos de distancia de visibilidad.

a.1. Distancia de Visibilidad de Parada (Dp): Es la distancia mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la Velocidad Directriz, antes que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10m por encima de la rasante de la carretera.

a.2. Distancia de Visibilidad de Sobrepaso (Ds).

MTC, se define como la mínima distancia que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad de 15 Km./h menor, con comodidad y seguridad sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso”.

Radios de diseño. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), establece que: “Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo, están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable. En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse el empleo de curvas con radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas”.

Así mismo, el **MTC**, establece que “el mínimo radio (R_{\min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{\max}) y el factor máximo de fricción (f_{\max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión”:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})} \dots\dots\dots(1)$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en la tabla:

Tabla 02

Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad directriz	
Km/h	f máx.
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Ministerio de Transportes Y Comunicaciones, Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Peraltes. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), denomina peralte a la “sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestarla acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%”.

Longitud de Transición del Peralte. Se utiliza con el fin de evitar la brusquedad en el cambio de una alineación, de un tramo recto a un tramo en curva, también se puede definir como la variación en tangente inmediatamente antes y después de una curva horizontal en la cual se logra el cambio gradual del bombeo de la sección transversal al peralte correspondiente a dicha curva.

Scipion, Eddy T. (2011), indica: “La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje del giro del peralte”.

Tabla 03

Proporción del peralte a desarrollar en tangente

Minimo	Normal	Maximo
P < 4.5%	4.5% P - 7%	P > 7%
0.5p	0.7p	0.8p

Fuente: Manual DG caminos I.

A efectos de aplicación de la presente Norma – **Scipion, Eddy T. (2011)**, “dicha inclinación se limita a un valor máximo (pmax) definido por la ecuación:

$$Ip_{max}=1.8-0.01V..... (2)$$

Siendo:

Ipmax: Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la misma (%)

V: Velocidad de diseño (Kph)

Scipion, Eddy T. (2011) la longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la ecuación:

$$L_{\min} = \frac{P_f - P_i}{i_p \max} * B \dots \dots \dots (3)$$

Siendo:

L_{\min} = Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m)

P_f = Peralte final con su signo (%)

P_i = Peralte inicial con su signo (%)

B = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m)''.

Tabla 04

Radios mínimos y peraltes máximos

Velocidad Directriz (km/h)	Peralte Maximo e(%)	Valor Limite de friccion fmax	Calculado Radio minimo (m)	Rodondeo Radio minimo
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
70	4.0	0.14	214.2	215
80	4.0	0.14	249.8	280
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
70	6.0	0.14	192.8	195
80	6.0	0.14	251.8	250
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.4	125
70	8.0	0.14	175.3	175
80	8.0	0.14	228.9	230
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
70	10.0	0.14	160.7	160
80	10.0	0.14	209.9	210
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105
70	12.0	0.14	148.3	150
80	12.0	0.14	193.7	195

Fuente: Ministerio De Transportes Y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

b. Pendientes.

La pendiente de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

Pendientes mínimas. El MTC, especifica que: “En los tramos en corte se evitará el empleo de pendientes menores de 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje”.

Pendientes máximas normales. En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la tabla n° 06.

Tabla 05

Pendientes máximas normales

Velocidad de diseño	Orografía tipo			
	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: Ministerio De Transportes Y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Pendientes máximas excepcionales. El MTC, especifica que: “En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos de la tabla n° 06 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en la tabla 07 son aplicables”.

c. Bombeo. El MTC, “Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de tránsito con IMD inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada”.

d. Sobreancho. El MTC, “La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes. En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. Asimismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. Para velocidades de diseño menores a 50 Km/h no se requerirá sobre ancho cuando el radio de curvatura sea mayor a 500 m. Tampoco se requerirá sobre ancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 60 Km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m”.

Morales Sosa, Hugo, “en las curvas que poseen curvas de transición, el sobreancho debe ser colocado en la parte inferior de la curva o dividida igualmente en la parte exterior e inferior: La fórmula de cálculo propuesta por VOSHELL y recomendada por la AASHTO:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 + L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

S_a: sobreancho (m)

n: número de carriles.

R: radio de la curva (m)

L: distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (m)

V: velocidad directriz (Km./h.)”.

A. Características geométricas de la vía:

1. Superficie de rodamiento: Los anchos de la faja de rodadura recomendados por las Normas Peruanas, están en función del tipo de carretera y de la topografía que atraviesa, así como también en función de la velocidad Directriz.

2. Bermas. Su finalidad es servir de contención al borde del pavimento, así como también para el estacionamiento temporal de vehículos, circulación eventual de peatones y acémilas.

MTC. a través del **Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**, indica que “A cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m”.

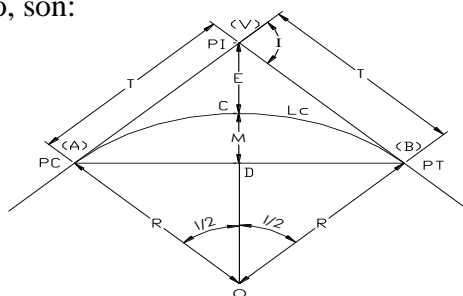
3. Curvas horizontales: Las curvas horizontales son de dos clases: Curvas Circulares y Curvas de Transición.

Lauro Alonso Salomón, menciona que “las curvas horizontales están en función de dos elementos, los cuales son:

Radio de curvatura y Grado de curvatura.

Las curvas circulares son los arcos de círculos que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un arco de círculo o más”.

Elementos de curvas horizontales. Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:



ELEMENTOS DE UNA CURVA SIMPLE

Tabla 06

Figura 5: Elementos de curva simple

Elementos de curva simple

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \frac{\pi R I}{180^\circ}$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{ Sen } (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\text{Sec } (I / 2) - 1]$
Flecha	F	$f = R [1 - \text{Cos } (I / 2)]$

Fuente: Diseño geométrico de carreteras.

Perfil longitudinal: Scipion, Eddy T. (2011), indica que “el perfil longitudinal está formado por la rasante constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota”.

4. Rasante: Viene a ser la superficie que queda una vez que se ha concluido con el pavimento.

5. Sub rasante: Es la línea de intersección del plano vertical que pasa por el eje de la carretera con el plano que pasa por la plataforma que se proyecta.

Consideraciones para ubicar la sub rasante.

En terreno llano, la rasante estará sobre el terreno por razones de drenaje, salvo casos especiales.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante seguirá las inflexiones del terreno, sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En general la Subrasante debe ubicarse más en corte que en relleno. Lo ideal es compensar los cortes con los rellenos.

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). “La subrasante es la capa superficial de terreno natural. Para construcción de carreteras se analizará hasta 0.45 m de espesor, y para rehabilitación los últimos 0.20 m”.

6. Curvas verticales. Son curvas parabólicas que se emplean para unir los diferentes tramos del alineamiento vertical de modo que siempre se tenga la visibilidad necesaria. Estas pueden ser Cóncavas o Convexas.

Así mismo, **Cárdenas Grisales, James**, agrega “Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente a la salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable. de eje vertical.

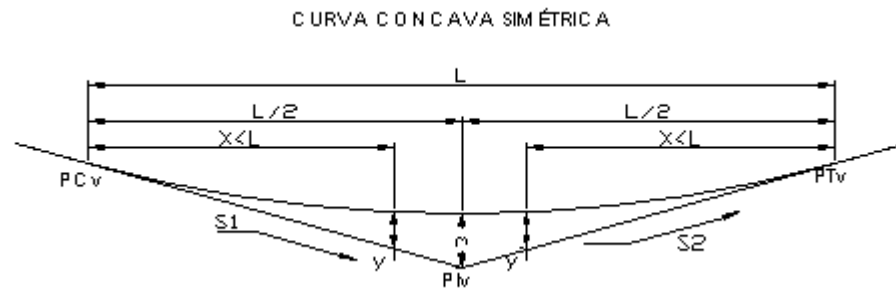


Figura 6: Curva cóncava simétrica

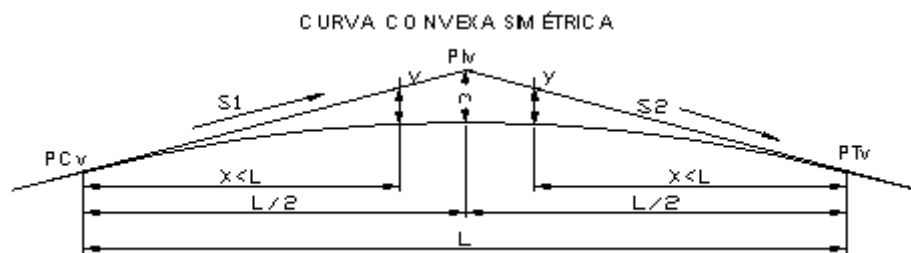


Figura 7: Curva cóncava simétrica

Cálculo de las curvas verticales

Para calcular las curvas verticales se sigue el siguiente procedimiento:

Determinar la necesidad de curvas verticales.

Precisar el tipo de curva vertical a utilizar.

Calcular la longitud de la curva vertical. Para esto debemos considerar las distancias de visibilidad de parada y/o sobrepaso, según sea el caso.

Longitud de las curvas verticales:

Curvas verticales convexas.

Según **Eddy T. Scipion (2011)**, “la longitud de curvas verticales convexas, viene dadas por las siguientes expresiones:

- a) Para contar con la Visibilidad de Parada (D_p): deberá utilizarse los valores de Longitud de Curva Vertical.
- b) Para contar con la Visibilidad de Sobrepaso (D_a)- Se utilizarán los valores de longitud de curvas Vertical.

Consideraciones estéticas

La longitud de curva vertical cumplirá la condición

$$L > \text{ó} = V$$

L : Longitud de la curva (m)

V: Velocidad Directriz (Kph)

Consideraciones

“Consideraciones que tenemos que tomar de las Nuevas Normas del Diseño Geométrico de Carreteras (DG-99)

1.-) En curvas Verticales Convexas deben tener las mismas distancias de Visibilidad adecuadas, como mínimo iguales a la de parada.

2.-) El proyecto de curvas Verticales, puede resumirse en cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas:

Criterios de Comodidad. - Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección se suma al peso propio del vehículo.

Criterios de Operación. - Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

Criterio de Drenaje. - Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas cuando están alojadas en corte, Para advertir a los diseñados la necesidad de modificar las pendientes longitudinales en las cunetas.

Criterios de Seguridad. - Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de las curvas debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de paso.”

Cuando se desea contar con distancia de visibilidad de parada:

Scipion, Eddy T. (2011) la longitud mínima de la curva vertical convexa se determina con las siguientes fórmulas:

Para $D_p \geq L$

$$L = 2D_p - (200(h_1 + h_2)^2 - A) \dots \dots \dots (5)$$

Para $D_p < L$

$$L = \frac{AD_p^2}{(100(2h_1 + 2h_2)^2)} \dots\dots\dots(6)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

D_p = Distancia de visibilidad de frenado, m.

h_1 = Altura del ojo sobre la rasante (m)

h_2 = Altura del objeto sobre la rasante (m)

Cuando se desea obtener visibilidad de sobrepaso:

Scipion, Eddy T. (2011) Se utilizarán las mismas que en (a); utilizándose como $h_2 = 1.30\text{m}$ considerando $h_1 = 1.07\text{m}$:

Para $D_a > 0 = L$

$$L = 2D_a - \frac{946}{A} \dots\dots\dots(7)$$

Para $D_a < L$

$$L = \frac{AD_a^2}{946} \dots\dots\dots(8)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

D_a = Distancia de visibilidad de paso, m.

A = Diferencia algebraica de pendiente, %.

Curvas verticales cóncavas (simétricas - asimétricas):

Scipion Piñella, Eddy T. (2011) La longitud de las Curvas Verticales Cóncavas, viene dada por la siguiente expresión:

Para $D > 0 < L$

$$L = 2D - \frac{946}{A} \dots\dots\dots(9)$$

Para $D < L$

$$L = AD^2 / (120 + 3.5D) \dots\dots\dots(10)$$

Dónde:

D: Distancia entre el vehículo y el punto donde con un ángulo de 1° , los rayos de luz de los faros, intercepta a la rasante. **Scipion Piñella, Eddy T. (2011)** “Adicionalmente, considerando que los efectos gravitacionales y de fuerzas centrífugas afectan en mayor proporción a las curvas cóncavas, a fin de considerar este criterio se tiene que:

$$L = \frac{AV^2}{395} \dots\dots\dots(11)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

Da = Distancia de visibilidad de paso, m.

A = Diferencia algebraica de pendiente, %.

V = Velocidad directriz (Kph)”.

1.2.1.8.- Trazado del eje longitudinal

Scipion Piñella, Eddy T. (2011), para efectos de realizar un mejoramiento, es necesario en primera instancia evaluar la vía y luego de ello se procede a definir el eje considerando para ello los tramos en los que solamente necesita ampliar radios, superficies de rodamientos, aligerar pendientes, colocar alcantarillas, badenes, pontones, puentes, etc.; así como aquellos tramos en los que se necesite variar la ubicación del eje, para lo cual debemos efectuar el reconocimiento, trazo de la línea de gradiente, poligonal y luego diseño del eje.

1.2.1.9.- Nivelación del eje longitudinal

Lauro Ariel, Alonzo Salomón, definido el eje y estacado convenientemente, se procede a efectuar la nivelación de todas las estacas (Nivelación geométrica compuesta en circuitos de ida y vuelta), con la finalidad de calcular las cotas de dichas estacas, las mismas que posteriormente nos servirán para obtener el perfil longitudinal. Simultáneamente con el proceso de la nivelación se deben colocar los Bench Marks, a intervalos de 500 m. aproximadamente, los cuales deben ser debidamente numerados y monumentados.

Nivelación de una vía

Según **Lauro Ariel, Alonzo Salomón**, indica que “El alineamiento vertical, es la representación longitudinal del eje de un camino en el plano vertical, esto es ver el camino a través de sus niveles, cotas y alturas longitudinales y transversales. El proyecto de alineamiento vertical se inicia con la nivelación del trazo definitivo o alineamiento horizontal (planta del camino), lo cual nos da el perfil del terreno natural.

El alineamiento vertical se compone de 2 elementos: las tangentes y las curvas verticales.

Para poder diseñar el alineamiento vertical se requiere primero tener la nivelación del perfil del eje del camino proyectado en el alineamiento horizontal”.

1.2.1.10.- Seccionamiento transversal

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Scipion Piñella, Eddy T. (2011), “para agrupar los tipos de carreteras se acude a normalizar las secciones transversales, teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de tránsito, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento u otros, de tal manera que la sección típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad de la circulación”.

Así mismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), indica que “las secciones transversales del terreno natural estarán referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas con radios inferiores a 100 m. En caso de quiebres, en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre”.

Efectuado el estacado de la vía se procede al seccionamiento transversal de cada una de las estacas.

Procedimiento:

En cada progresiva, en forma perpendicular al eje, se tiende un jalón, sobre el cual se coloca el eclímetro.

Luego se lee el ángulo de inclinación; y se mide la distancia en que se desarrolla tal inclinación, anotando en la libreta bajo forma de quebrados la inclinación del terreno en porcentaje (en el numerador) y la distancia en metros (en el denominador).

Elementos

Según el **MTC**, los elementos que integran y definen la sección transversal son: ancho de zona o derecho de vía, calzada ó superficie de rodadura, bermas, carriles, cunetas, taludes y elementos complementarios.

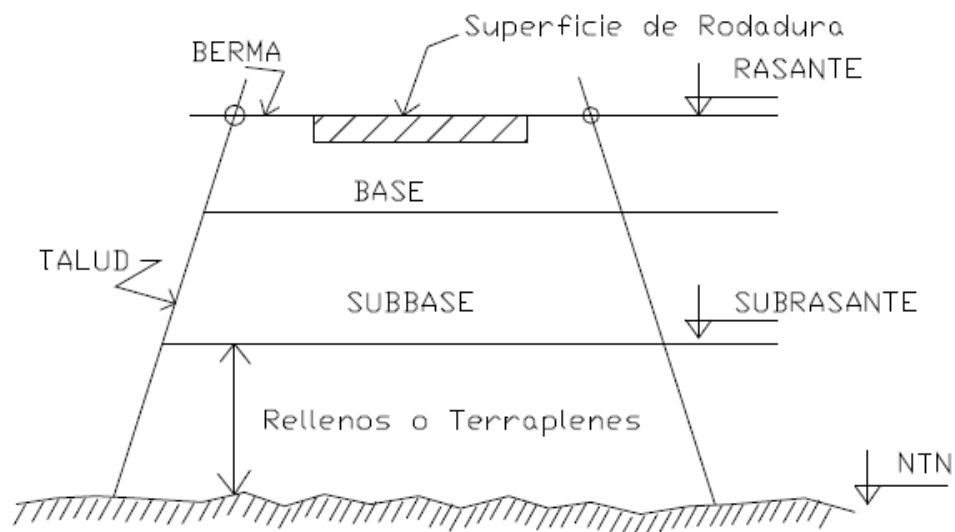


Figura 8: Superficie de rodadura

Taludes

El **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, especifica que:

Los taludes de corte de las carreteras varían según la naturaleza del material; así se pueden observar los siguientes taludes:

Tabla 07*Taludes de corte*

Clase de terreno	Talud V:H
Roca Fija	10 : 1
Roca Suelta	4 : 1
Material suelto	3 : 1

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla 08*Taludes de relleno*

Clase de terreno	Talud V:H
Enrocado	1 : 1
Suelos compactados	1 : 1.5

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

1.2.2.- Estudio de suelos y canteras**1.2.2.1.- Generalidades**

En el estudio de suelos se debe tener cuidado especial, ya que los elementos de la estructura que conforman la cimentación de cualquier tipo de obra de Ingeniería Civil, se encuentran por debajo de la superficie del terreno, por lo que es necesario conocer el perfil del subsuelo, el que nos proporcionará la información acerca de la clase de suelos y rocas existentes y nos indicará la profundidad a la que se encuentran las aguas subterráneas, así como el espesor de las diferentes capas que conforman el subsuelo.

Alva Hurtado (2008), define a la mecánica de suelos como: “Una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos, que conducen directa o indirectamente, al conocimiento del suelo en los diferentes terrenos sobre los cuales se va a erigir estructuras de índole variable. La enorme importancia de su conocimiento por el ingeniero moderno ha sido y es demostrada a diario por hechos por todos conocidos. El tratar de iniciar cualquier construcción sin llevar a cabo, primero, un estudio del suelo, es quizá uno de los mayores riesgos que pueden correrse en el campo de la ingeniería. Es imposible proyectar una cimentación adecuada para una estructura sin conocer el carácter del suelo que se encuentra bajo ella, ya que, en definitiva, es dicho suelo el que soportará la carga”.

1.2.2.2.- Geología

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), “las carreteras de bajo volumen de tránsito se estructuran como carreteras de bajo costo. Consecuentemente, tienen alineamientos de diseño que evitan excesivos movimientos de tierra, considerando estructuras y obras de arte, por lo general diseñadas para períodos de vida útil, de corto y mediano plazo; con capas de revestimiento granular afirmados y, en general, con características que disturban lo menos posible la naturaleza del terreno.

El estudio determinará las características geológicas del terreno a lo largo del trazo definitivo y de las fuentes de materiales (canteras), definiendo las unidades estratigráficas considerando las características geológicas más destacadas tanto de rocas como de suelos y el grado de sensibilidad o la pérdida de estabilidad en relación a la obra a construir”.

Asimismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), señala que “se determinará la geomorfología regional y área definiendo los aspectos principales de interés geotécnico:

- a) Topografía (plana, ondulada, montañosa, etc.).
- b) Unidades geomorfológicas areales y locales (terrazza fluvial, conoide aluvional, terraza marina, duna, pantano, quebradas, taludes, laderas, etc.).
- c) Materiales componentes del talud de corte (Clasificación de materiales).
- d) Materiales constituyentes del suelo (grava, arena, arcilla, etc.) diferenciándolos entre transportados y no transportados.
- e) Litología dominante de materiales transportados”.

El estudio geológico debe ser de extensión y alcance local y será desarrollada fundamentalmente sobre la base del reconocimiento de campo y complementada con documentos de consulta, como información técnica general publicada por el INGEMET a nivel regional, mapas geológicos, topográficos o de restitución fotogramétrica.

Ciclo geológico. Es el estudio de los procesos que han conducido a la actual disposición estructural de la corteza terrestre, considerando los procesos análogos que hoy se realizan. La escultura de la superficie terrestre, se realiza mediante agentes tales como los grandes cambios de temperatura (especialmente la congelación y deshielo del agua contenida en grietas), la acción eólica (especialmente en regiones desérticas), la de la lluvia sobre las

rocas solubles y rocas que el agua puede descomponer, la acción erosiva de la escorrentía y de los ríos sobre las superficies de las rocas, la desintegración y transporte del material y la acción erosiva del mar en casi todos los litorales costeros.

La sedimentación se debe al viento o a la acción del agua, especialmente a esta última, pues el viento se limita generalmente a regiones desérticas.

1.2.2.3.- Ensayos generales

MTC, menciona que; conocidos los perfiles topográficos y fijada la sub rasante es necesario conocer los diferentes tipos de materiales que forma el subsuelo a diferentes profundidades para lo cual se efectuarán calicatas de 1.50 metros de profundidad.

Los ensayos de laboratorio a realizarse serán:

Ensayos Generales para clasificar los Suelos. Nos permiten determinar las principales características de los suelos, para poder clasificarlos e identificarlos adecuadamente, son los siguientes:

Peso específico (Normas AASHTO: T-100-70, T-85-70, T-84-70; Según sea el caso).

Análisis granulométrico.

Límites de consistencia (Normas AASHTO: T-89-68 Y T-90-70). Entre éstos tenemos:

Límite líquido.

Límite plástico.

Ensayos de Control o Inspección. Se efectúan para asegurar una buena compactación, los resultados son de mucha utilidad para evaluar la resistencia del suelo, éstos son:

Contenido de humedad. (A.S.T.M. D 2216).

Proctor Modificado (Compactación). Para definir el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca (Normas AASHO T-99-70 y T-180-70, Según sea el caso).

Ensayos de Resistencia. Su finalidad es evaluar la capacidad portante del suelo, mediante los resultados obtenidos en los ensayos de:

Carga - Penetración (California Bearing Ratio – CBR).

Desgaste por Abrasión (Norma AASHO T-96-65).

Seguidamente definiremos cada uno de los ensayos realizados.

1.2.2.4.- Ensayos generales para clasificar los suelos.

a. Contenido de humedad.

Nicholas J. Garber, “viene a ser la cantidad de agua en una masa de suelo se expresa en términos de contenido de humedad”.

Juárez Badillo, define al contenido de humedad “como la relación que existe entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra completamente seca, que generalmente se expresa en porcentaje:

$$\omega(\%) = \frac{P_w}{P_s} * 100 \dots \dots \dots (12)$$

Dónde:

W (%): Contenido natural de humedad dado en porcentaje.

Pw: Peso del agua

Ps: Peso de la muestra seca.

En el laboratorio:

$$\omega(\%) = \frac{P_{hm} - P_{ms}}{P_{ms}} * 100 \dots \dots \dots (13)$$

Dónde:

W(%): Contenido de humedad en porcentaje.

Pmh: Peso de muestra húmeda.

Pms: Peso de la muestra seca”.

b. Peso específico.

Alva Hurtado (2008), indica “que es la relación que existe entre el peso y el volumen de la fase sólida de la muestra. Su fórmula es la siguiente:

Para partículas mayores a 4.75 mm. se usa el método estándar AASHO T-85 (Grava y Arena Gruesa).

$$P_e = \frac{P_{mw}}{P_m - P_{mw}} (gr / cm^3) \dots \dots \dots (14)$$

Dónde:

Pe = Peso específico del suelo.

Pmw = Peso de la muestra en el agua.

P_m = Peso de la muestra en el aire.

Para partículas menores a 4.75 mm. (Tamiz N° 4), se usa el método estándar AASHO T-100-70 (Limo y Arcilla), se determina mediante la siguiente fórmula

$$Pe = \frac{P_s}{P_s + P_{fa} - P_{fas}} * \gamma_T = \frac{P_s}{V_s} \dots \dots \dots (15)$$

Dónde:

P_e = Peso específico del suelo.

γ_T = Peso específico del agua.

P_s = Peso de la muestra seca.

P_{fas} = Peso de la fiola, calibrada con agua y suelo.

P_{fa} = Peso de la fiola con agua”.

c. Grado de saturación

Según **J. Garber, Nicholas**, “el grado de saturación es el porcentaje de espacios vacíos ocupados por agua y está dada por:

$$S = \frac{V_w}{V_v} * 100 \dots \dots \dots (16)$$

Dónde:

S = Grado de saturación.

V = Volumen.

El suelo está saturado cuando los vacíos están totalmente llenos de agua”.

d. Densidad del suelo

Según **J. Garber, Nicholas**, indica: “Una propiedad del suelo muy útil para los ingenieros de carreteras es la densidad del suelo. La densidad es el cociente que relaciona la parte de masas del diagrama de fases con la parte volumétrica. Generalmente se usan tres densidades en la ingeniería de suelos.

Densidad Total: Es la relación del peso de una muestra dada de suelo entre el volumen, o:

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots \dots \dots (17)$$

Densidad en Seco: Es la densidad del suelo después de haber retirado el agua. Esta dada por:

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots (18)$$

Densidad Sumergida: Es la densidad del suelo cuando se encuentra sumergida en agua, y es la diferencia entre la la densidad de saturación y la densidad del agua, o:

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \dots\dots\dots (19)$$

Dónde: γ_w = Densidad del agua.”

e. Análisis granulométrico.

Según el Ministerio de Transportes y comunicaciones (MTC), “sostiene que El análisis granulométrico, se realiza con la finalidad de determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño”.

Si el material es granular, los porcentajes de piedra grava y arena se pueden determinar fácilmente mediante el empleo de tamices.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

Tabla 9

Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito

Tipo de obra	Período de retorno en años
Puentes y pontones	100(mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de Alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito,

Los resultados se presentan por medio de curvas de distribución granulométrica en la cual se grafica el diámetro de las partículas en el eje de las abscisas y el porcentaje que pasa en el eje de las ordenadas. La forma de la curva es un indicador de la granulometría, tenemos que los suelos uniformes están representados por líneas en forma de S que extienden a través de varios ciclos de la escala logarítmica.

Alva Hurtado (2008), describe que “las características granulométricas de los suelos pueden compararse estudiando ciertos valores numéricos importantes deducidos de las curvas de distribución, los más comunes son:

D10, D30 y D60, que son los diámetros efectivos en mm. Delas partículas correspondientes al 10%, 30% y 60% en la curva granulométrica, lo que significa que el 10%, 30% y 60% de las partículas son menores que el diámetro efectivo.

Coefficiente de Uniformidad (Cu): Su valor numérico decrece cuando la uniformidad de la muestra aumenta, así se tiene:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad \text{Si:}$$

$Cu < 3 \rightarrow$ Muy Uniforme

$3 < Cu < 15 \rightarrow$ Heterogéneo

$15 < Cu \rightarrow$ Muy Heterogéneo

Coefficiente de Contracción (Cc): Se expresa con la siguiente fórmula:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})}$$

Si $1 < Cc < 3 \rightarrow$ Bien Graduado”

f. Límites de consistencia

f.1 Consistencia del suelo

Por consistencia se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Braja M. Das (2014), “cuando existen minerales de arcilla en un suelo de grano fino, éste puede ser remodelado en presencia de alguna humedad sin desmoronarse. Esta naturaleza cohesiva es debida al agua adsorbida que rodea a las partículas de arcilla. A muy bajo contenido de agua, el suelo se comporta más como un sólido frágil. Cuando el contenido de agua es muy alto, el suelo y el agua fluyen como un líquido. Por tanto, dependiendo del

contenido de agua, la naturaleza del comportamiento del suelo se clasifica arbitrariamente en cuatro estados básicos, denominados sólido, semisólido, plástico y líquido.

El contenido de agua, en porcentaje, en el que la transición de estado sólido a semisólido tiene lugar, se define como el límite de contracción. El contenido de agua en el punto de transición de estado semisólido a plástico es el límite plástico, y de estado plástico a líquido es el límite líquido. Esos límites se conocen también como límites de Atterberg”.

Así mismo, según **Juárez Badillo**, “los límites de consistencia de un suelo están representados por contenidos de agua. Los principales son

Límite líquido (LL): Juárez Badillo y Rico Rodríguez (1992), es el porcentaje de humedad, por debajo del cual, el suelo se comporta como un material plástico.

El límite líquido nos da una idea de la resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Cuando el suelo tiene un contenido de humedad igual o mayor al límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.”

Los materiales granulares (arena, limo) tienen límites líquidos bajos (25% a 35%) y las arcillas límites líquidos altos (mayores al 40%).

Al graficar en escala logarítmica, el número de golpes en las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de ordenadas, sobre la base de tres puntos obtenidos de cuatro ensayos sobre muestras de suelo a diferentes contenidos de humedad; el límite líquido se obtiene gráficamente, siendo el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes

Matemáticamente, se determina mediante la siguiente fórmula, propuesta por la BUREAU OF PUBLICS ROADS, de los Estados Unidos

$$LL(\%) = \frac{W(\%)}{1.419 - 0.3LnS} \dots\dots\dots(20)$$

Dónde:

LL (%) = Límite líquido

W (%) = Contenido de humedad que tiene la muestra que se une a los 25 golpes.

S = Número de golpes al cabo de los cuales se unen las mitades del suelo.

Límite plástico (LP): Es el contenido de humedad, por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico. **Braja M. Das (2001)**, “el límite plástico se define como el contenido de agua, en porcentaje, con el cual el suelo, al ser enrollado en rollitos de 3.2 mm de diámetro, se desmorona. Es el límite inferior de la etapa plástica del suelo.

Índice de plasticidad (IP): El índice de plasticidad (IP) es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico de un suelo”, o:

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (21)$$

Límite de contracción (SL): **Braja M. Das (2001)**, indica: “La masa de suelo se contrae conforme se pierde gradualmente el agua del suelo. Con una pérdida continua de agua, se alcanza una etapa de equilibrio en la que más pérdida de agua conducirá a que no haya cambio de volumen. El contenido de agua, en porcentaje, bajo el cual el cambio de volumen de la masa del suelo cesa, se define como **límite de contracción**”.

1.2.2.5.- Ensayos de control o inspección

a. Compactación

Braja M. Das (2001), señala que “en general, la compactación es la densificación del suelo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica. El grado de compactación de un suelo se mide en términos de su peso específico seco. Cuando se agrega agua al suelo durante la compactación, ésta actúa como un agente ablandador de las partículas del suelo, que hace que se deslicen entre sí y se muevan a una posición de empaque más denso”.

Es conveniente hacer notar que hay materiales que con un cierto grado de compactación se tornan muy expansivos en presencia de agua; este tipo de materiales no es conveniente utilizarlos en las obras viales en forma natural, pues si se compactan, aumentan su volumen y si se dejan con un grado bajo de compactación se deforman en forma apreciable en la operación. En caso de que por economía sea necesario utilizar alguno de estos materiales, deberá ser estabilizado con cal o cemento, lo cual, influirá en el costo.

J. Garber, Nicholas, “la resistencia del suelo compactado se relaciona directamente con la máxima densidad en seco que se alcanza mediante la compactación. La densidad en seco aumenta al aumentar el contenido de humedad hasta un valor máximo, obteniéndose el máximo grado de saturación, este no puede incrementarse con compactación adicional debido a la presencia de aire atrapado en los espacios vacíos y alrededor de las partículas.

Por lo tanto, mayor adición de humedad resulta en que los vacíos se saturen con agua, sin que lo acompañe una reducción de aire”.

La consolidación es un fenómeno semejante a la compactación, pero se diferencia en que es un fenómeno natural que se lleva a cabo durante mucho tiempo, quizá siglos, y la disminución del volumen se efectúa a costa del aire y agua que contenga el suelo.

b. Compactación en el campo. tipos de compactadores.

El primer paso en la construcción de un terraplén de carretera es la identificación y selección de un material adecuado. Esto se hace obteniendo muestras de pozos de préstamo o bancas de préstamo económicamente factibles, y ensayándolas en el laboratorio para determinar el grupo de cada una. Para compactar los materiales, se tienen diferentes tipos de máquinas, que tienen su aplicación dependiendo de las características de aquellos. Principalmente se pueden dividir en dos: de presión y vibratorias.

Braja M. Das (2001), “la mayor parte de las compactaciones de campo se hacen con compactadores de rodillos, de los cuales hay cuatro tipos.

1. Compactador de rodillos de rueda lisa (o rodillos de tambor liso)
2. Compactador de neumáticos de hule
3. Compactador con rodillos de pata de cabra
4. Compactador de rodillos vibratorios

Los compactadores de rodillos lisos son apropiados para rodadas de prueba de subrasantes y para la operación final de rellenos con suelos arenosos y arcillosos. Estos cubren el 100% bajo las ruedas con presiones de contacto con el suelo de 310 hasta 380 kN/m², y no son apropiados para producir altos pesos específicos de compactación al usarse en capas gruesas.

Los compactadores con neumáticos de hule son mejores en muchos aspectos que las de rodillos lisos. Los primeros tienen varias hileras de neumáticos, que van colocados cerca uno de otro, cuatro a seis en una hilera. La presión de contacto bajo los neumáticos varía entre 600 y 700 kN/m² y su cobertura es aproximadamente de 70% a 80%. Los rodillos con neumáticos se usan para la compactación de suelos arenosos y arcillosos. La compactación se logra por una combinación de presión y acción de amasamiento.

Los rodillos pata de cabra son tambores con un gran número de protuberancias. El área de cada una de esas protuberancias varía entre 25 y 85 cm². Los rodillos pata de cabra tienen su mayor efectividad en la compactación de suelos arcillosos. La presión de contacto bajo las protuberancias varía entre 1380 y 6900 kN/m². Durante la compactación en el campo,

las pasadas iniciales compactan la porción inferior de una capa. Las porciones superior y media de una capa se compactan en una etapa posterior.

Los rodillos vibratorios son muy eficientes en la compactación de suelos granulares. Los vibradores se unen a los rodillos lisos, a los de neumáticos o a los rodillos pata de cabra para suministrar efectos vibratorios al suelo. La vibración es producida girando pesos excéntricos.

Las placas vibratorias manuales se usan para la compactación efectiva de suelos granulares sobre un área limitada. Las placas vibratorias también se montan sobre maquinaria, y se usan en áreas menos restringidas”.

c. Verificación de la compactación. Braja M. Das (2001), menciona: “En la mayoría de las especificaciones para trabajos de terracerías, una estipulación es que el contratista debe lograr un peso específico seco por compactación en campo del 90% al 95% del peso específico seco máximo determinado en laboratorio por la prueba Proctor Estándar o por la modificada.

Esta especificación es, de hecho, para una compactación relativa R , que se expresa como”:

d. Pruebas de compactación en el campo

$$G_c = \frac{\text{Peso volumétrico seco de campo}}{\text{Peso volumétrico seco máximo de laboratorio}} * 100 \dots \dots \dots (22)$$

Braja M. Das (2001) con las pruebas de campo se encuentra el peso volumétrico seco alcanzado en la obra, para lo cual se hace un sondeo a cielo abierto con una profundidad igual al espesor de la capa de estudio y con un ancho o diámetro igual a 3 ó 4 veces del tamaño máximo del agregado (15 cm máximo).

El material que se extrae del sondeo se coloca en una charola para conocer el peso húmedo y se toma una pequeña muestra para conocer su humedad, con lo cual podemos calcular el peso seco del material:

$$\text{El volumen del } \text{Peso Seco} = \frac{100 * \text{Peso húmedo}}{100 - \text{humedad}(\%)} = P_s \dots \dots \dots (23)$$

sondeo (V), se encuentra vaciando la arena con granulometría uniforme (entre tamaños 0.850mm a 0.600mm.), Lo cual se puede llevar a cabo por medio de una probeta, por medio de embudo y trompa o por medio de frasco y cono. Hay otros métodos como los que utilizan agua o aceite para medir el volumen, pero como requieren de una membrana plástica para evitar que el fluido se infiltre en el suelo, en general, se puede decir que son más imprecisos que los que no la utilizan, ya que a medida que la membrana es menos

flexible menos se pliega a las irregularidades del sondeo. El peso volumétrico se calcula con la fórmula:

$$Peso.volumétrico.seco = PVS = \frac{Ps}{V} \dots\dots\dots (24)$$

e. Pruebas de compactación de laboratorio.

Braja M. Das (2001), se tiene:

Compactación estática y compactación dinámica.

Para encontrar el grado de compactación se requiere el patrón de laboratorio con el que se debe comparar el peso volumétrico seco encontrado en el campo (máxima densidad seca).

Para calcular la máxima densidad seca utilizamos la siguiente fórmula:

$$Ds = \frac{(Pms - Pm)}{V(100 + W)} * 100 \dots\dots\dots (25)$$

Dónde:

Ds = Máxima densidad seca.

Pms = Peso del molde más muestra compactada.

Pm = Peso del molde.

V = Volumen de la muestra.

W = Contenido de humedad en porcentaje.

Las pruebas de compactación de laboratorio son principalmente de dos tipos: estáticas y dinámicas.

Las pruebas de compactación estáticas son aquellas en que se compacta el espécimen con una presión que se proporciona al material por medio de una placa que cubre la superficie libre del molde y cuyo principal exponente es la prueba de Proctor Estándar. Esta prueba se realiza con las siguientes características:

Diámetro del molde : 15 cm.

Presión estática : 140.6 Kg/cm²

Cantidad de material : 4 Kg.

Si al terminar de dar la presión la base metálica se humedece ligeramente, se dice que el peso volumétrico seco obtenido es el máximo y la humedad correspondiente es la óptima.

Si no se humedece la base se repetirá la prueba con mayor humedad; pero si la expulsión es grande la cantidad de agua que se use será menor.

Las pruebas de tipo dinámico son aquellas en las que el espécimen se elabora compactando el material por medio de pisones, que tienen un área de contacto menor a la sección libre del molde que se usa, el ejemplo típico de las pruebas de este tipo es la Proctor Estándar, que se realiza con las siguientes características:

Diámetro del molde	:	10.2 cm.
Peso del pisón	:	2.5 Kg. (5lb.)
Altura de caída	:	30.5 cm.
Número de capas	:	3
Número de golpes	:	25

La AASHTO especifica otras pruebas de tipo dinámico denominadas: modificada tres capas y modificada cinco capas, para las cuales se usan moldes de 15.3 cm. de diámetro y pisones de 4.54 Kg. con altura de caída de 45.7 cm y con 56 golpes cada capa.

1.2.2.6.- Ensayos de resistencia.

Braja M. Das (2001), “La resistencia cortante de una masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él. Los ingenieros deben entender la naturaleza de la resistencia cortante para analizar los problemas de la estabilidad del suelo, tales como capacidad de carga, estabilidad de taludes y la presión lateral sobre estructuras de retención de tierras”.

a. Carga – Penetración (California Bearing Ratio CBR).

Este ensayo establece una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte como base de sustentación de un pavimento.

El número CBR se obtiene como el porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en la muestra compactada, dividido con el esfuerzo para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad, en una muestra patrón de piedra triturada y compactada. En forma de ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$CBR(\%) = \frac{Carga Unitaria.del.ensayo}{Carga Unitaria.Patrón} * 100 \dots \dots \dots (26)$$

Para el diseño de obras viales, el CBR que se utiliza es el valor que se obtiene para una penetración de 0.1” a 0.2”, considerando el mayor valor obtenido.

Tabla 10

Valores Correspondientes a las muestras patrón (Macadam)

Unidades métricas		Unidades inglesas	
Penetración (mm)	Carga Unitaria (Kg/cm ²)	Penetración (mm)	Carga Unitaria (Kg/cm ²)
2.54	70.31	0.10	1000
5.08	105.46	0.20	1500

Fuente: Carreteras, calles y aeropuertos.

Tabla 11

Clasificación típica de Cbr

C B R (%)	Clasificación
<3	Muy pobre
3 – 5	Pobre
6 – 10	Regular
11 – 19	Bueno
Mayor a 20	Excelente

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), recomienda para la elección del CBR de un suelo debe tener las características siguientes: “El CBR de la capa superficial debe ser mayor de 40%, siendo deseable que sea de 60% para los casos de excesivo tráfico de vehículos pesados (ómnibus y camiones).

Dada la variabilidad que presentan los suelos (aún dentro de un mismo grupo de suelos y en un sector homogéneo), así como los resultados de los ensayos de CBR (valor soporte del suelo), se efectuará un mínimo de 6 ensayos de CBR por sector homogéneo del suelo, con el fin de aplicar un criterio estadístico para la selección de un valor único de soporte del suelo.

En caso de que en un determinado sector se presente una gran heterogeneidad en los suelos de subrasante que no permite definir uno como predominante, el diseño se basará en el suelo más débil que se encuentre.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), asume que el valor del CBR de diseño por sector homogéneo, se determinará según lo siguiente:

Si el sector homogéneo presenta para el período de diseño un número de repeticiones de EE 8.2 ton., menor de 1×10^5 , el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 60% de los valores de CBR.

Si el sector homogéneo presenta un número de repeticiones de EE 8.2ton. entre 1×10^5 y 1×10^6 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 75% de los valores de CBR”.

b. Ensayo de desgaste por abrasión (Para muestras de Cantera).

Para este ensayo utilizamos la Máquina de los Ángeles, este ensayo consiste en determinar el desgaste por Abrasión del agregado grueso, previa selección del material a emplear por medio de un juego de tamices apropiados.

Valles Rodas, Raúl se extrae lo siguiente: “La carga abrasiva consiste en esferas de acero, cada una de ellas debe tener un diámetro de 46.8 mm y pesar entre 390 y 445 gr. La carga abrasiva a colocarse dentro del tambor rotatorio dependerá de la granulometría a ensayarse. El agregado grueso se introduce en la Máquina de los Ángeles junto con la carga abrasiva. Se hará girar l tambor a una velocidad de 25 a 30 r.p.m. tratando en lo posible de alcanzar una velocidad uniforme”.

Tabla 12*Carga abrasiva, máquina de los Ángeles*

Granulometría	Nº de esferas	Peso de la carga (Gr.)
A	12	5000 ± 25

Fuente: Carreteras, calles y aeropuertos.**Tabla 13***Cantidad de las muestras en gramos*

Tamices				Granulometría
Pasa		Retenido en		A
Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	
37.5	1½	25.0	1	1250 ± 25
25.0	1	19.0	¾	1250 ± 25
19.0	¾	12.5	½	1250 ± 10
12.5	½	9.5	3/8	1250 ± 10
9.5	3/8	6.3	¼	-
TOTAL				5000 ± 10

Fuente: Carreteras, calles y aeropuertos.

Luego de alcanzar 500 r.p.m. se retira el material del tambor y se lo cierne en un tamiz mayor al Nº 12, la porción más fina se lo cierne en el tamiz Nº 12, considerándose la porción retenida en este tamiz el peso final de la muestra, se calcula el porcentaje de desgaste del material según la fórmula:

$$D\% = \frac{\text{Peso.inicial} - \text{Peso.Final}}{\text{Peso.Inicial}} * 100 \dots \dots \dots (27)$$

Tabla 14*Porcentajes de desgaste para evaluar los resultados del ensayo de desgaste o abrasión*

D%	Tipo de ensayo	Utilidad
30	A.A.S.H.O T – 96	Para todo uso
50	A.A.S.H.O T – 96	Para Capa de Base
60	A.A.S.H.O T – 96	Para Capa e Sub base
Mayor de 60	A.A.S.H.O T - 96	No sirve el material

Fuente: Carreteras, calles y aeropuertos.

1.2.2.7.- Ubicación y estudio de canteras.

J.Garber, Nicholas, A.Loel, Lester, se tiene:

Los materiales de cantera son básicos para la construcción de carreteras y vías urbanas. Tienen que soportar los principales esfuerzos que se producen en la vía y han de resistir el desgaste por rozamiento de la superficie. Por tales motivos es importante conocer las propiedades y características de las canteras.

A. Ubicación:

Para la ubicación de las canteras se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Tienen que ser los más fácilmente accesibles y los que se puedan explotar por los procedimientos más eficientes y menos costosos.

Tienen que ser los que produzcan las mínimas distancias de acarreo de los materiales a la obra.

Tienen que ser los que conduzcan a los procedimientos constructivos más sencillos y económicos durante su tendido y colocación final en la obra, requiriendo los mínimos tratamientos.

Los bancos deben estar localizados de tal manera que su explotación no conduzca a problemas legales de difícil o lenta solución y que no perjudiquen a los habitantes de la región.

P. Galabru “la elección del yacimiento o zona de cantera está condicionada por:

La naturaleza de la piedra o agregado.

La importancia de los terrenos inútiles que recubren el yacimiento explotable.

El espesor de los estratos explotables, su pendiente.

La importancia del material inútil entre estratos.

La posibilidad de localizar en la masa explotable un frente de longitud y altura tales que se pueda dar la producción diaria necesaria.

La situación respecto a las aglomeraciones habitadas y las vías de comunicación.

Los accesos y los medios de comunicación”.

Galabru P. T, así mismo recomienda, “la no explotación de una cantera con capas de diferente naturaleza, algunas de ellas indeseables, plantea un problema de clasificación muy difícil de resolver como no sea a mano, lo que obstaculizaría la mecanización y por consiguiente los grandes rendimientos la cual conduce a precios de costos elevados.

Cuando el espesor del estrato es suficiente, es posible prever la explotación separada de los distintos estratos”.

Al hacer la elección de la cantera es necesario elegir aquella en la que la proporción de los materiales inútiles sea mínima.

Ibañez, Walter, “indica que los ensayos de los materiales deberán de ser dos tipos:

Estrato por estrato.

El conjunto de Materiales.

Así mismo, agrega que los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de canteras de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carretera del MTC: Análisis”.

1.2.3.- Hidrología y drenaje

El sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades:

- a) Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera eliminando el exceso de agua superficial y la subsuperficial con las adecuadas obras de drenaje.
- b) Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas (natural del terreno o artificial construida previamente) que serían dañadas o modificadas por la construcción de la carretera y que, sin un debido cuidado en el proyecto, resultarían causando daños, algunos posiblemente irreparables en el medio ambiente.

Tabla 15

Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito

Tipo de obra	Período de retorno en años
Puentes y pontones	100(mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de Alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Hidrológica y cálculos hidráulicos

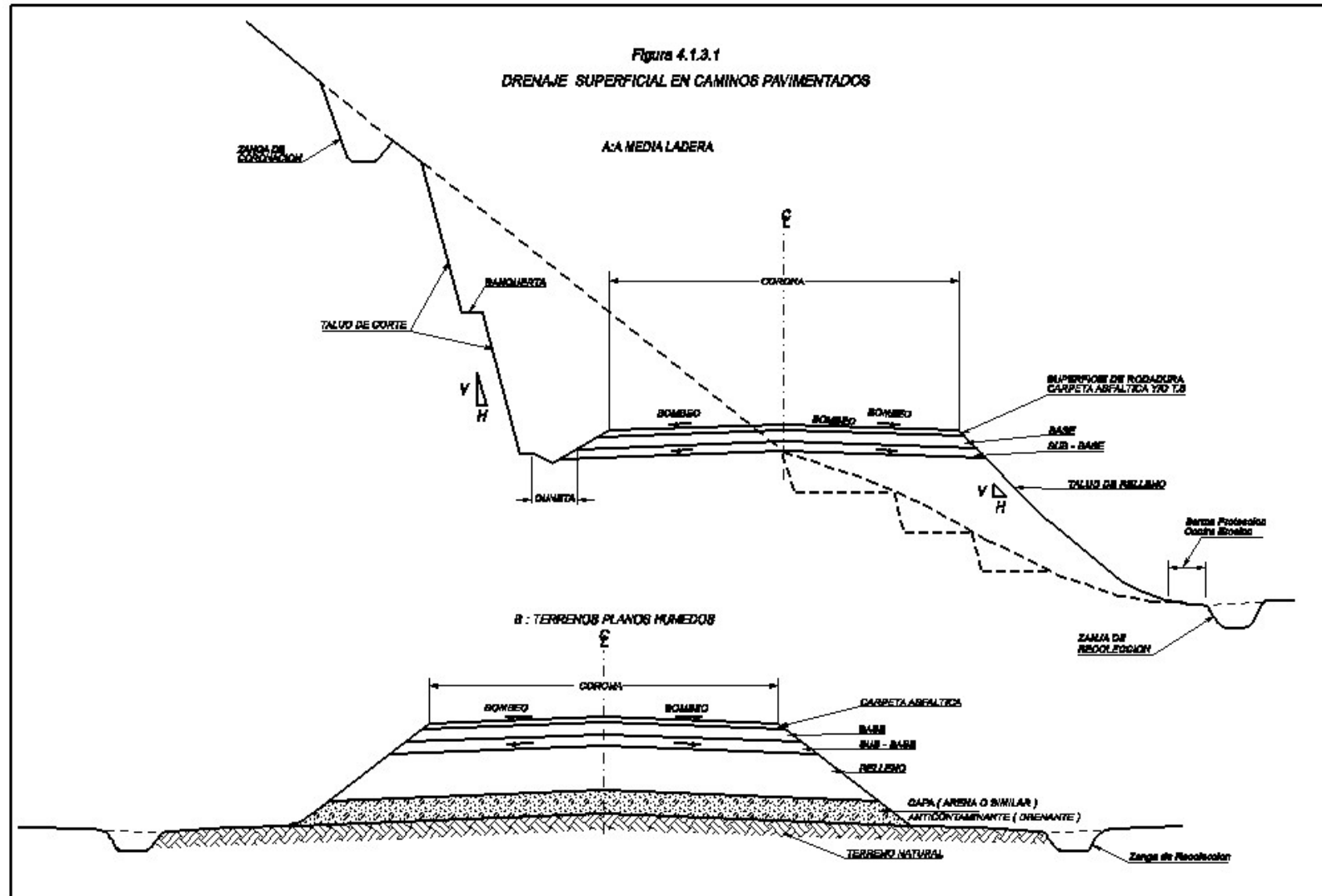
Las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidas mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características hidrológicas de la zona por la que pasa la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

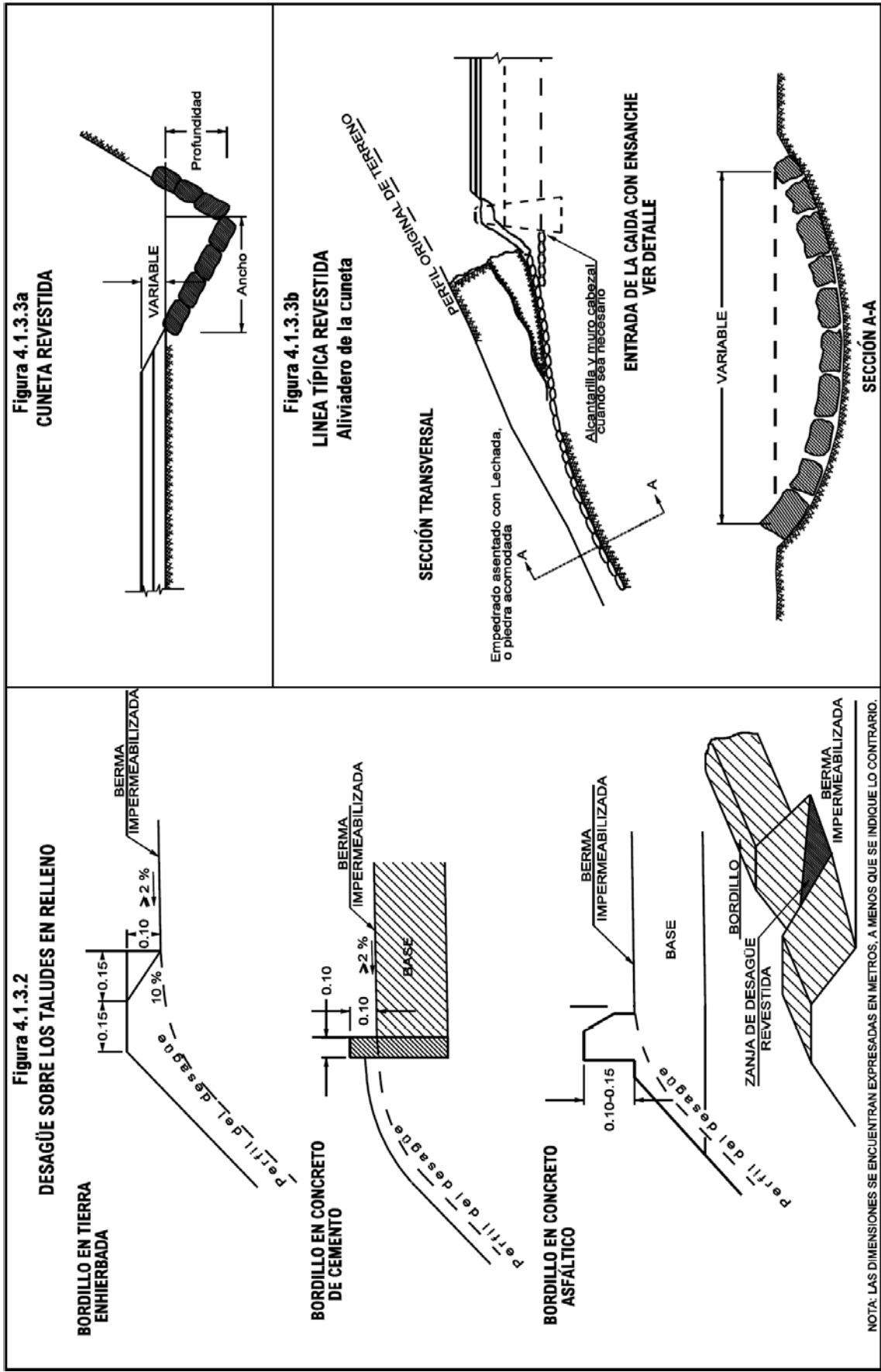
El método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Por su naturaleza representan casos especiales la presencia de lagos, embalses y zonas inundables que retengan o desvíen la escorrentía.

Cuando las cuencas son pequeñas, se considera pertinente el método de la fórmula racional y/o de alguna otra metodología apropiada para la determinación del caudal de diseño. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas.

Función del bombeo y del peralte

La eliminación del agua de la superficie de rodadura se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas horizontales, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas (figura 4.1.3.1).





1.3.- Formulación del problema

La población en conjunto de las localidades de Nuevo Control – Almirante Grau de la provincia de Bellavista, ven con urgencia un plan de solución para poder contar con una vía de acceso apropiada, la cual los pueda conectar con la carretera principal y de esa manera poder transportar sus productos y de esa manera impulsar su desarrollo socioeconómico.

De manera que es necesario responder la siguiente interrogante: **¿En qué medida el Estudio Definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau, distrito de Bajo Biavo, Provincia de Bellavista-San Martín, mejorará las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades?**

1.4- Justificación del estudio

Actualmente los pobladores de la zona del proyecto requieren de una carretera que les permita una transitabilidad fluida de sus productos y pobladores, que permita la intercomunicación entre otros caseríos como también el acceder a mercados locales cercanos como Bellavista y Picota en donde puedan vender su producción agrícola y pecuaria. Por lo tanto es de vital importancia este proyecto porque ayudará a dinamizar la actividad productiva del sector, llevando los productos a los grandes mercados de manera eficiente y oportuna.

1.5.- Hipótesis

El Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau, distrito de Bajo Biavo, provincia de Bellavista – San Martín permitirá contar con el Expediente Técnico para tramitar el financiamiento y que al ser ejecutado mejorará las condiciones socio - económicas de las poblaciones aledañas al proyecto.

1.6.- Objetivos

Objetivo General

Realizar el El Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau, distrito de Bajo Biavo, provincia de Bellavista – San Martín.

Objetivos específicos

Ejecutar los estudios de Topografía, Mecánica de Suelos, Geología e Hidrología para el diseño del tramo propuesto.

Calcular el Índice de tráfico y el tipo de tráfico en el tramo y espesor del pavimento.

Calcular los Costos Unitarios, Presupuesto, Insumos la Programación de Obra mediante el Programa MS Project y la Fórmula Polinómica.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Recursos humanos

Trabajos de campo

Estudios topográficos

01 Topógrafo (tesista)

01 Ayudante porta jalón

01 Ayudante porta mira

Estudios de suelos

01 Tesista

01 Técnico de laboratorio

03 Ayudantes de excavación

Trabajo de gabinete

01 Tesista

2.1.2. Recursos materiales

Materiales de campo

Pintura

Estacas

Libreta de campo

Herramientas manuales de excavación

Materiales de gabinete

Papel bond

Lapiceros

2.1.3. Recursos equipos

Equipos de campo

Estación total

G.P.S.

01 Cámara fotográfica

01 Wincha

01 Mira

01 Jalón

01 Trípode

Equipos de gabinete

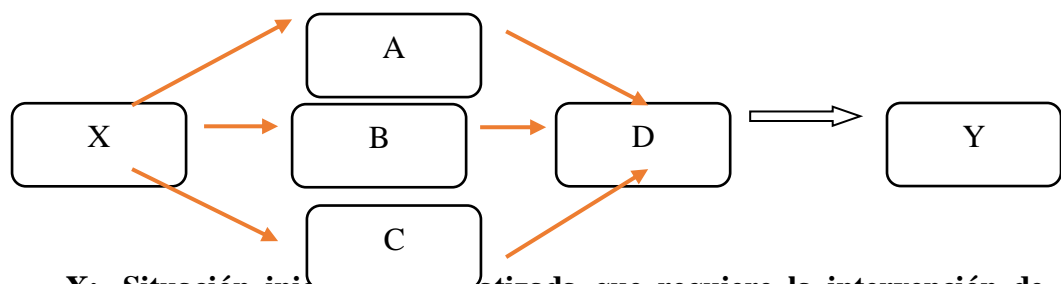
01 Laptop

01 Calculadora científica

2.2.- Diseño de investigación

Para el desarrollo de la investigación se realizará en gabinete y en campo.

El diseño de la investigación tiene el siguiente esquema:



X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.

A: Aplicación de estudio socio - económico para conocer la necesidad.

B: Estudios de Ingeniería para levantar información requerida.

C: Estudios especiales para complementar la información.

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.

2.3.- Variable, operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas de medición
Variable Dependiente: Estudio Definitivo de Camino Vecinal	Documento Técnico donde se establecen los detalles de diseño de ingeniería de los elementos que constituyen el proyecto vial. (Glosario Provías Nacional)	Se desarrollarán los estudios básicos respectivos del camino vecinal desde Nuevo Control hasta Almirante Grau, para luego diseñar con los resultados obtenidos.	Estudios Preliminares	Estudio del Trazo Definitivo Memoria Descriptiva Estudio de Suelos y Pavimentos Estudio Topográfico Estudio de Tráfico Estudio de Hidrologia y Drenaje	Ordinal
Variable Independiente: Situación Socio-Económica Actual, Infraestructura Vial Existente, Aplicación de Estudios de Ingeniería			Estudios de Ingeniería	Metrados Presupuesto de Obra Análisis de Costos Unitarios Relación de Insumos Fórmula Polinómica Cronograma de Ejecución de Obra Planos	

Fuente: Elaboración propia.

2.4.- Población y muestra

Población: Caminos vecinales de la región San Martín.

Muestra: Camino Vecinal Nuevo Control – Almirante Grau

2.5.-Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez confiabilidad.

Técnica	Instrumentos	Alcance	Fuentes
Análisis Directo	Estudios de Ingeniería	Desarrollo de la variable	Área de estudio. Tramo de Nuevo Control a Almirante Grau.
Fichaje	Fichas Bibliográficas	Creación de marco teórico y marco conceptual	Guías Bibliográficas, Tesis, internet, manuales.

Validez

La validación de los instrumentos se logró mediante el juicio aplicado por expertos y con manejo de conocimientos amplios en el Área de Transportes.

2.6.- Métodos de análisis de datos

Los datos recopilados se realizaron de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

2.7.- Aspectos éticos

La presente investigación es propuesta y realizada por el propio tesista, el mismo que se responsabiliza por los contenidos y la base teórica de la cual se compone el mencionado trabajo, se respetaron en todo momento la autoría de libros, manuales y citas.

Las autorizaciones por parte de las autoridades municipales fueron anexadas en el informe final, respetando los criterios éticos de situaciones ajenas al trabajo de investigación.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Cálculo del índice medio

Tabla 16

Proyección del tráfico generado (Vehículo/Día)

Tipo de Vehículo	Tasa de Crecimiento	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Automóvil												
il	2.00%	0	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
Camioneta												
a	2.00%	0	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Combis	4.34%	0	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Camión												
2E	4.34%	0	4	5	5	5	5	5	6	6	6	7
Camión												
3E	4.34%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19

Fuente : Elaboración Propia

* Se Estima el Tráfico Generado en un Proyecto de Mejoramiento = 15 % del Tráfico Normal

Por lo tanto, podemos concluir que el tráfico demandado con proyecto está dado por el tráfico proyectado con tráfico normal más el tráfico que se generará como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 17*Demanda proyectada*

Tipo de Vehículo	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Tráfico											
Normal	98	101	104	107	111	114	117	121	125	129	133
Automóvil	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34
Camioneta	27	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33
Combis	14	14	15	16	16	17	18	19	19	20	21
Camión 2E	30	31	32	34	35	37	38	40	42	43	45
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tráfico											
Generado	0	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19
Automóvil	0	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
Camioneta	0	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Combis	0	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Camión 2E	0	4	5	5	5	5	5	6	6	6	7
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMD TOTAL	98	116	119	123	127	131	135	139	143	148	152

Fuente : Elaboración Propia

*Tasa de crecimiento : Vehículos de pasajeros 2.00% y carga 4.34%

B. Análisis de tráfico

En el diseño de un pavimento moderno es de primera importancia evaluar las cantidades y los pesos de las cargas por eje supuestos a aplicarse al pavimento durante un período de tiempo dado. Las investigaciones nos muestran que el efecto sobre el comportamiento del pavimento, de una carga por eje de mayor masa, puede representarse por una cantidad equivalente a 8.2 t de aplicación de carga por eje simple.

El procedimiento de análisis de tráfico es importante y puede variar de acuerdo a la metodología empleada, sin embargo, los resultados deben ser compatibles de acuerdo con la cantidad de vehículos de diferente tipo que transitarán por la vía, que para el presente caso se prevé sean autos, camionetas, microbuses tipo combi y camiones.

En nuestro medio, muchas veces es necesario utilizar datos estadísticos o conteos rápidos para estimar éste parámetro que es tan importante en todos los proyectos; como es el presente caso, donde se ha visto conveniente la aplicación de métodos aproximados para el análisis de tráfico, adoptando el desarrollado para vías de bajo volumen de tráfico por la T.R.B. en su manual "Síntesis 4. Structural Design of Low Volume Roads", donde el IMD es afectado por un factor (M) de tráfico mixto de acuerdo a tres categorías de

porcentaje de camiones (bajo, medio, y alto) y tres categorías de carga (ligero, medio, y pesado), tal como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 18

Factor de composición de tráfico (M)

Factor de composición de tráfico (M)			
Distribución de carga N18 por camión	Porcentaje de camiones		
	Bajo ($< 15\%$)	Medio ($15 - 25\%$)	Alto ($> 25\%$)
Ligero (menos de 0.75)	9	18	27
Medio (0.75 – 1.50)	23	46	69
Pesado (más de 1.50)	37	73	110

El tráfico M, el cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 ton., previsto durante el período de diseño, en función de la tasa de crecimiento, se realiza en forma convencional.

De acuerdo a los resultados obtenidos la clasificación vehicular es:

Vehículos Ligeros : 30.17 %

Vehículos Pesados : 14.14 %

Para el cálculo del Número de Ejes Equivalentes durante el período de diseño considerado se dispone de la siguiente información:

Tabla 19

Resumen

Resumen	
Índice Medio Diario (IMD)	19 Veh/día
Tasa de Crecimiento	4.34 %
Periodo de Diseño	10 años
Porcentaje de Camiones	Medio (15 - 25 %)
Distribución de Cargas	Medio (0.75 – 1.50)

El factor de tráfico que corresponde será entonces $M = 46$; calculándose el número total acumulado de ejes equivalentes de 8.2 Ton, durante el período de diseño con la siguiente expresión:

$$EAL_{8.2TON} = IMD \cdot M \cdot \frac{[(1+i)^n - 1]}{Ln(1+i)}$$

Donde:

IMD : Índice Medio Diario
M : Factor de Composición de Tráfico
i : Tasa de Crecimiento
n : Período de Diseño

Reemplazando la información disponible se obtiene: $EAL_{8.2TON} = 1.6 \times 10^4$ Repeticiones.

3.1.2.- Estudio de suelos

De las exploraciones de campo, así como de los resultados obtenidos en el laboratorio, se concluye que el tramo en estudio se encuentra sobre suelos subyacentes naturales, de composición variable, que va del tipo MH (SUCCS), equivalente a un suelo A-7-5 (20) en la calicata C-9; al CL equivalente al A-6(8) en la calicata C-3; observándose una predominancia de los suelos Limosos de Alta Plasticidad.

Tabla 20

Resultados de límite de consistencia y clasificación de suelos

			Límite de Consistencia %			Clasificación de Suelos	
Nº	Muestra (m) De-A	Progresiva (Km.)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	SUCS	AASHTO
			ASTM-D-4318			ASTM-D- 2487	ASTM-D- 3282
C-1	0.00-0.25	0+000				CL	A-6 (13)
C-1	0.25-1.50	0+000	39.74	21.77	17.97	CL	A-6 (13)
C-2	0.00-0.25	0+500				CL	A-7-6(16)
C-2	0.25-1.50	0+500	44.03	26.39	17.64	CL	A-7-6(16)
C-3	0.00-0.60	1+000				CL	A-6 (8)
C-3	0.60-1.40	1+000	33.13	17.42	15.71	CL	A-6 (8)
C-3	1.40 -2.00	1+000	20.38	13.52	6.86	SC-SM	A-4 (0)
C-4	0.00-0.25	1+500				MH	A-7-5 (20)
C-4	0.25-1.50	1+500	55.05	33.72	21.33	MH	A-7-5 (20)
C-5	0.00-0.15	2+000				MH	A-7-5 (20)
C-5	0.15-1.50	2+000	61.09	38.40	22.69	MH	A-7-5 (20)
C-6	0.00-0.25	2+500				MH	A-7-5 (20)
C-6	0.25-1.50	2+500	56.54	33.72	22.82	MH	A-7-5 (20)
C-7	0.00-0.20	3+000				SC-SM	A-4 (0)
C-7	0.20-1.50	3+000	23.04	17.70	5.34	SC-SM	A-4 (0)
C-8	0.25-1.50	3+500	61.30	35.28	26.02	MH	A-7-5 (20)
C-9	0.00-0.25	4+000				MH	A-7-5 (20)

C-9	0.25-1.50	4+000	50.09	32.55	17.54	MH	A-7-5 (20)
C-10	0.00-0.25	4+500				MH	A-7-5 (20)
C-10	0.25-1.50	4+500	56.64	30.93	25.71	MH	A-7-5 (20)
C-11	0.00-0.15	5+000				MH	A-7-5 (20)
C-11	0.15-1.50	5+000	65.47	36.70	28.77	MH	A-7-5 (20)
C-12	0.00-0.25	5+500				MH	A-7-5 (20)
C-12	0.25-1.50	5+500	60.94	33.13	27.81	MH	A-7-5 (20)
C-13	0.00-0.30	6+000				MH	A-7-5 (20)
C-13	0.30-1.50	6+000	60.94	33.13	27.81	MH	A-7-5 (20)
C-14	0.00-0.20	6+500				MH	A-7-5 (20)
C-14	0.20-1.50	6+500	53.47	33.55	26.71	MH	A-7-5 (20)
C-15	0.00-0.25	7+150				MH	A-7-5 (20)
C-15	0.25-1.50	7+150	56.47	34.20	25.95	MH	A-7-5 (20)

Del cuadro observado, se puede concluir que la sub-rasante en el presente camino, está conformado mayormente por sedimentos coluviales, aluviales, arcillas plásticas y limo elásticos, semi compactos, de alta expansibilidad, suelos considerados de regular a mala calidad. En todo caso, se tratan de suelos aptos para la coronación de la sub-rasante. Estos suelos se ubican a todo lo largo del camino en estudio, entre 0.00 y 1.50 m de profundidad que corresponde a arcillas y limos inorgánicos, con bajo contenido de arena sin gravas. En todos los casos el comportamiento de estos suelos como sub-rasante es de regular a malo. De lo señalado se puede concluir que los suelos que componen el presente tramo son predominantemente finos con variado contenido de arenas. Los índices plásticos son en su mayoría menores a 30 y variables entre 5.34 (C-7) y 28.77 (C-11). Los límites líquidos son menores a 60.

3.1.3. Diseño de pavimento

A. Determinación del CBR de Diseño

Para tal efecto, se ha empleado la metodología recomendada por el MTC para diseño de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, habiéndose identificado y agrupado tramos homogéneos con longitudes mínimas de 1.50Kms, determinando su CBR de diseño de cada tramo de manera siguiente:

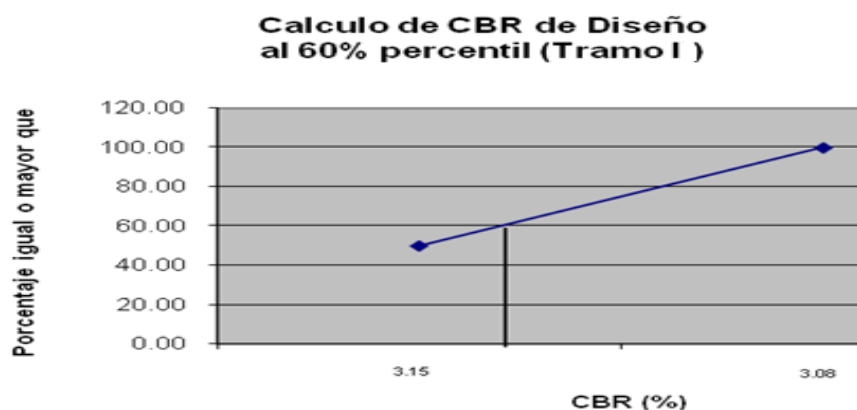
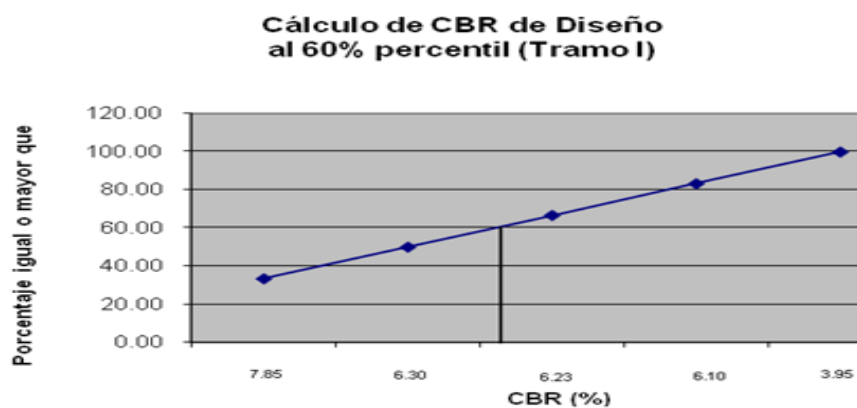
Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2Tn, menor de 1×10^5 : el CBR de diseño será aquel que represente el percentil 60% de los valores de CBR.

Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2Tn, entre de 1×10^5 y 1×10^6 : el CBR de diseño será aquel que represente al percentil 75% de los valores de CBR.

	Progresiva (Km.)	CBR Al 95% MDS	CBR ordenados de mayor a menor	Porcentaje de valores mayores o iguales (%)	CBR de diseño al 60 % percentil
TRAMO I	0+000	7.85	7.85	33.33	6.24
	1+500	6.23	6.30	50.00	
	2+500	6.30	6.23	66.67	
	3+500	3.15	6.10	83.33	
	4+500	3.95	3.95	100.00	
	5+500	3.57	3.12	50.00	3.12
	6+500	3.08	3.10	50.00	
	7+150	6.10	3.08	100.00	

B. Determinación del Espesor del Pavimento

Para la determinación del espesor del pavimento a nivel de afirmado se ha empleado para el Método NAASRA el catálogo de secciones de pavimentos, el mismo que ha sido elaborados en función de cada tipo de tráfico y del valor soporte de la subrasante.



Método NAASRA

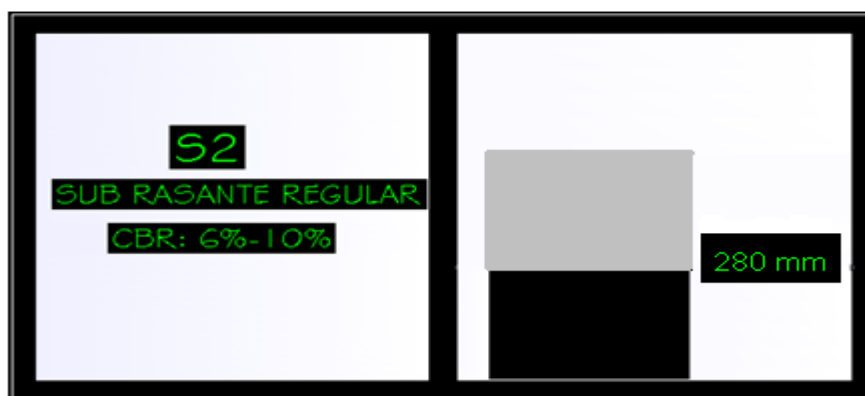
Con el EAL8.2 $\text{TON} = 1.60 \times 10^4$ repeticiones se ha clasificado al tráfico como clase T0 ($< 3.2 \times 10^4$), así mismo se ha determinado la subrasante de los diferentes tramos de la vía como de tipo S2 (Sub rasante regular) con valores de CBR comprendidos entre 6% a 10%, parámetro con el cual valiéndonos del catálogo de estructuras de superficie de rodadura elaborado por el MTC, se ha establecido el espesor del pavimento en 28 cm., según siguiente detalle:

Progresiva	CBR al 60% percentil	Espesor Calculado	Espesor Adoptado
00+000 – 05+000	6.24	0.28	0.20
05+000 – 07+150	3.12	0.28	0.20

Tomando en consideración lo expuesto, se recomienda conformar la estructura del pavimento de un espesor de 20 cm en toda la vía, ya que en el tramo desde la Progresiva Km. 00+000 al Km. 07+150 existe una capa de afirmado de 5 cm, lo cual se aprovechará su aporte estructural.

Sin ser una limitación, el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, incluye catálogos de secciones de capas granulares de rodadura para cada tipo de tráfico y de subrasante. Estos han sido elaborados en función de la ecuación indicada.

Progresiva: 00+000 – 07+150



El espesor total determinado, está compuesto por una capa de afirmado, por la granulometría del material y aspectos constructivos, el espesor de capa de afirmado no será menor de 280mm.

Características técnicas del camino vecinal mejorado

Longitud	7.150 Km
Clasificación por su IMDAa	T1 (16-50 veh)
Clasificación por su Función	Camino Vecinal
Clasificación por el Tipo de Relieve	Carretera en Terreno accidentado.
Clasificación por el Tipo de Demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación por el Tipo de Obra por Ejecutarse	Rehabilitación y Mejoramiento, con la colocación de una capa de afirmado $e=0.20$ m, en un camino en donde la sub-rasante ha sido parcialmente mejorada con material de cantera. El efecto esperado es mejorar el nivel operativo del camino haciéndolo transitable todo el año.
Velocidad Directriz	30 Km/h
Radio Mínimo	30.00 m
Radio Mínimo Excepcional	25.00 m
Ancho de Plataforma	5.00 m
Pendiente Longitudinal Máxima	>10%, No exceder de 180 m.
Bombeo	3.0%
Cunetas Triangulares	Revestidas en tramos con pendiente longitudinal menor a 4%.

3.1.4. Ubicación de canteras

Para la ejecución de los trabajos de conformación de terraplén con material de cantera de Bellavista. Esta cantera se encuentra a una distancia promedio de 15 Km. de la ciudad de Nuevo Lima y a 30 Km de Nuevo Control.

Para la ejecución de los trabajos de Mejoramiento de la base existente (Afirmado) se tiene la cantera de Bellavista. Esta cantera se encuentra a una distancia promedio de 15 Km. de la ciudad de Nuevo Lima y a 30 Km de Nuevo Control.

Para la ejecución de los trabajos de concreto, se puede obtener agregados para los diseños, se tiene la cantera Bellavista. Esta cantera se encuentra a una distancia promedio de 15 Km. de la ciudad de Nuevo Lima y a 30 Km de Nuevo Control.

Todas estas canteras citadas cumplen con los requisitos o especificaciones dadas en el presente informe, según estudio de mecánica de suelos.

Ubicación de Botadero.

Se han ubicado los botaderos, en las progresivas km. 0+980, km. 2+980, donde existen zonas de depresión, que, en coordinación con el dueño de dicho terreno, permitirá acumular material de relleno (desmonte) en su propiedad.

3.1.5.- Hidrología

Se ha trabajado con datos de la Estación San Pablo con una serie de 20 años, datos de Precipitaciones Máximas en 24 horas. Esta estación se ubica a 270.00 msnm, altura similar a la zona de ubicación del proyecto.

Con los datos de precipitaciones menores a 24 horas del Cuadro N°17, se hizo el cálculo respectivo del Caudal Máximo de la micro cuenca aplicando el método del Hidrograma Triangular Unitario del SCS, para un periodo de retorno de 50 años para el diseño hidráulico de obras de arte y drenaje que consiste 06 badenes de 6m. x 4m., con caudal de 9.82 m³/s. Con este valor se procedió a dicho dimensionamiento.

Los badenes tienen una pendiente de diseño de 2% en tramos curvos y la de las cunetas será de 4%.

3.2.- Discusión de resultados

La elaboración del Estudio definitivo del camino vecinal Nuevo Control – Almirante Grau, distrito de Bajo Biavo, provincia de Bellavista – San Martín. Arroja resultados que se ajustan a la realidad de la zona, según se detalla a continuación.

El estudio socio económico nos permitió conocer que la mayoría de los pobladores de las localidades de Nuevo Control y Almirante Grau, carecen de una economía estable; y que su única fuente de ingresos es su producción agrícola.

Se determinaron diferencias en los estratos del suelo a mejorar, esto gracias a las muestras extraídas de las calicatas a lo largo del tramo las cuales se analizaron en un respectivo estudio de suelos.

El Estudio de Impacto Ambiental nos llevó a considerar algunas partidas dentro del presupuesto de obra para mitigar los impactos negativos que se ocasionará durante la ejecución de la obra.

El diseño del camino vecinal se realizó aplicando las normas para el diseño de caminos vecinales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El presupuesto se realizó con programa de computo del S10 WIN, que es un programa de cálculo de presupuestos de obras civiles, el cual ahorra el tiempo para calcular, presupuesto general, costos unitarios, presupuesto desagregado, cuadro de insumos, y duración de actividades de cada partida o sub partida.

La programación de obra se hizo en base a Barras Gantt, el cual fue ejecutado por el programa de cómputo “MICROSOFT PROJECT”, lo cual mediante la ruta crítica nos dio el tiempo de ejecución de obra.

Para el procesamiento de los costos unitarios, se trabajó con jornales actualizados de mano de obra según CAPECO, vigentes desde el 01 de junio del 2017 hasta el 31 de mayo del 2018.

El resultado del Calendario Valorizado de Obra será utilizado por la entidad, propietaria de la obra, como una guía de verificación que los trabajos a ejecutarse se asemejen al calendario valorizado de obra.

3.3.- Contrastación de hipótesis

El hecho de haber planteado una solución sobre el camino existente nos lleva a la conclusión de ser la única alternativa debidamente estudiada, la cual cumple con todas las especificaciones técnicas para ser viable. En consecuencia, su ejecución facilitará contar con un camino en condiciones de transitabilidad, lo cual mejorará las condiciones de vida de los usuarios. Por tanto, **la hipótesis queda validada**, por cuanto el estudio definitivo a nivel de afirmado del Camino Vecinal referido, permitirá contar con el expediente técnico para tramitar su financiamiento y, que al ser ejecutado permitirá tener un camino en condiciones de transitabilidad y en consecuencia mejorará las condiciones socio - económicas de la población beneficiaria aledaña al proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Tomando en cuenta las características de la vía como, por ejemplo, que estaría expuesta a saturación se determinó que la alternativa más aceptable es el uso de concreto hidráulico para lo cual se utilizaran métodos de diseño confiables en la determinación de los espesores de las estructuras de drenaje.

Con la elaboración de la propuesta diseño se lograrán los niveles de seguridad, comodidad y de estética, necesarios para que el diseño geométrico del camino vecinal, tenga los niveles de servicialidad, adecuados para los volúmenes de tránsito actuales, garantizando su funcionalidad mientras cumple su vida útil.

Del estudio hidrológico se obtuvieron los datos en cuanto a precipitación y escorrentía superficial, siendo estos los más precisos y en base a los caudales que llegan a la carretera se calcularon las obras de drenaje para la evacuación de la de los mismos y prolongar la vida útil de la obra.

En vista que el tramo en estudio posee un alineamiento vertical y horizontal con condiciones favorables para el diseño, se concluye que se mantendrá la mayor parte de las condiciones existentes para no generar cambios que afecten en gran forma las propiedades aledañas a la vía, manteniendo a la vez las medidas que exigen las normas en base a la clasificación de la carretera.

Se concluye que la velocidad de diseño utilizada fue obtenida en base a radios de curvatura y demás factores que se incluyen en el diseño geométrico de la vía, integrando lo que son señales preventivas, restrictivas y de información general.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda hacer un ajuste a la oferta económica propuesta, basado en los precios de mercado para el periodo de ejecución del proyecto.

Se recomienda mantener el diseño geométrico propuesto ya que este fue determinado mediante un estudio profundo de las condiciones de la carretera y obtenido en base a todos los elementos que lo integran.

En lo que se refiere a las obras de drenaje propuestas se recomienda respetar sus dimensiones y ubicación ya que estas fueron obtenidas mediante un minucioso estudio hidrológico.

Para compensar algunos cambios en el medio ambiente se recomienda la forestación en los lugares apropiados con árboles que no interfieran en el óptimo funcionamiento de la vía.

Se recomienda mantener la velocidad de diseño obtenida, además de colocar las señalizaciones indicadas ya que evitará accidentes y daños en el afirmado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional De Estadística E Informática (2007), Censos Nacionales 1,993 IX de Población IV de Vivienda Perfil Socio Demográfico N° 21, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales; Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008), Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción: Reglamento de Señalización, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales DG, Lima Perú.

Scipion E, (2011) Manual Diseño Geométrico Caminos I, Lima – Perú

Ponce, J. (2010) Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

Portal del Estado Peruano ([http:// www. peru.gob.pe/ directorio/](http://www.peru.gob.pe/directorio/)

Cárdenas, J. (2002), *Diseño Geométrico de Carreteras*. Primera Edición, Bogotá – Colombia.

Ríos, C. (2001), Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

Morales, H. (2006), Ingeniería Vial I, Santo Domingo

Céspedes, J. (2000) *Diseño Moderno de Carreteras*, Editorial Mac Graw Hill Latinoamericana, Bogotá, Colombia.

Ibañez, W. (2012) *Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales*, Editorial Macro. Edición: Primera, pág 05

Cantera, J., A., Ch., L., C. (2001), *“Estudio del Mejoramiento de la Carretera Jesús-Lacas, Tramo Jesús-Hualqui”*, Facultad de Ingeniería Civil UNC, pág. 07.

Morales, W (1992) *“Infraestructura de Riego Parte I”* de Ingeniería Civil Sistemas y Arquitectura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

García, F. (1994), *Curso Básico de Topografía*, Editorial Árbol, México.

Alva, J (2008)., *Mecánica de Suelos*. Editorial Centro de Estudiantes de Ingeniería Civil – UNI. Lima – Perú.

Braja, D (2014), *Principios de ingeniería de cimentaciones*, Cuarta Edición.

Juárez, E. y Rico, R. A. (1992) *“Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos”*, Tomo II, Editorial Limusa, tercera edición, México

Braja, M. (2001) Principio de Ingeniería de Cimentaciones. (4ª ed.) México: Thomson Editoriales

ANEXOS

ANEXOS 1

01.01 MEMORIA DESCRIPTIVA.

01.02 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

01.03 ESTUDIO DE SUELOS.

01.04 METRADOS.

01.05 MEMORIAS DE CÁLCULO.

01.06 PRESUPUESTO

01.07 CRONOGRAMAS.

01.08 PANEL FOTOGRÁFICO.

ANEXO 2: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXOS 4 PLANOS.